DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON
ARNOLD BERLINER
UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 17 (SEITE 349—372) 24. APRIL 1925 DREIZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften" erfolgt von Leipzig aus!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Goldmark (1 Gm. = $^{10}/_{42}$ Dollar nordamerikanischer Währung). Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0.75 Goldmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an
Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: $^1/_1$ Seite 90 Goldmark, Millimeter-Zeile 0.20 Goldmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigepreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang 24. April 1925 Heft 17

Mendel und Darwin.

Von J. Gross, Neapel (Zoologische Station).

Als vor nunmehr sechzehn Jahren der hundertste Gedenktag von Darwins Geburt und der fünfzigste seiner „Entstehung der Arten“ begangen wurde, klang der Festjubel merkwürdig gedämpft. Es war, als ob die Festredner an einer gewissen Stimmbandlähmung litten, und die Feiernden mit zersprungenen Gläsern anstießen. Was die Stimmung störte, ist leicht zu erkennen. Am Firmament der Wissenschaft war ein neuer Stern aufgegangen, vor dessen milderem, namentlich allen dunkel adaptierten Augen so wohltuendem Lichte das Andenken an den großen Schöpfer der Zuchtwahllehre verblassen zu müssen schien.

Die Auffindung von Mendels „Versuchen über Pflanzenhybriden“ und das Bekanntwerden der in ihnen aufgestellten Vererbungsregeln machten mit Recht das größte Aufsehen, und in wenigen Jahren wuchs eine ganz neue Wissenschaft, die „exakte Vererbungsforschung“ empor und entfaltete immer reichere und reichere Blüten. Und ohne die Zeit der Fruchtreife abzuwarten, jubelten alle novarum rerum cupidi dem neuen Stern zu und erwarteten von ihm den Beginn einer neuen Epoche der Biologie. Wem die Zuchtwahllehre zu groß, zu hart, zu unerbittlich war, dem schien sich jetzt die erwünschte Möglichkeit zu bieten, zur Fahne der exaktesten unbestechlichsten, weil mathematisch begründeten, Wissenschaft zu schwören, ohne deshalb alte, lieb gewordene Ideen, Begriffe und Überlieferungen aufgeben zu müssen, die der Darwinismus so grausam zerschlagen hatte. So kam es, daß Darwin am Tage seiner Jahrhundertfeier vielen schon für eine überwundene Größe galt, der man anstandshalber noch einige freundliche Abschiedsworte widmen durfte, um sich dann mit voller Begeisterung dem neuen Propheten zuzuwenden.

Heute hat in den unmittelbar beteiligten Kreisen die von mir seit Jahren vorausgesagte Ernüchterung bereits begonnen. Bei aller verdienten Wertschätzung Mendels und seines Werkes ist heute die Stimmung ihm gegenüber doch wesentlich ruhiger geworden. Weit entfernt davon, ihn neben oder gar über Darwin zu stellen, fängt man jetzt endlich an, seiner Entdeckung den richtigen ihr wirklich gebührenden Platz im Ganzen der Entwicklungslehre zuzuweisen.

Außerhalb der Vererbungsforschung aber: in der allgemeinen Biologie, den andern Naturwissenschaften, der Soziologie und Philosophie ist die richtige Einschätzung der Mendelschen Vererbungsregeln und ihrer Tragweite noch lange nicht durchgedrungen. Immer wieder kann man namentlich in gewissen halbwissenschaftlichen oder halbphilosophischen, darum aber um so verbreiteteren und einflußreicheren Werken, lesen, daß Mendel den Darwinismus endgültig zu Grabe getragen und die Welt damit von einem schlimmen Alp befreit habe. Diese auf grenzenloser Oberflächlichkeit beruhende Behauptung und der Glaube, der ihr geschenkt wird, gereichen unserer Zeit nicht zur Ehre, und ich fürchte, sie werden bei späteren Geschlechtern nur „eine schmerzliche Scham und ein Gelächter“ erregen. Ganz abgesehen von dem dunklen Untergrunde der Feindschaft gegen den Darwinismus, den ich oben andeutete, offenbart sich in der Überschätzung des Brünner Botanikers gegenüber dem Begründer der Zuchtwahllehre ein in seiner Größe fast komisch wirkender Mangel an Augenmaß.

Mendel verhält sich zu Darwin wie ein Jupitermond zur Sonne. Das ist keine leicht hingeworfene Phrase, sondern jedes Wort in diesem Satz ist wohlüberlegt.

Ist es nicht in der Tat fast lächerlich, die kleine noch nicht zwei Bogen umfassende Abhandlung „Versuche über Pflanzenhybride“, die allein Mendels Ruhm ausmacht und nur zwei, allerdings sehr wichtige Vererbungsregeln, betrifft, also nur einen Punkt aus einem biologischen Teilproblem behandelt, in eine Reihe zu stellen mit Darwins großen Werken, die alle Teile der Entwicklungslehre betreffen und nicht nur der gesamten Biologie eine neue Richtung gegeben, sondern auch auf Soziologie, Kulturgeschichte und Philosophie umwälzend gewirkt und unsere Anschauung von der Stellung des Menschen entscheidend beeinflußt haben, so daß man ihren Erfolg mit vollem Recht mit Kopernikus' großer Tat vergleichen konnte?

Warum blieb denn Mendels Entdeckung so lange im Dunkeln und konnte völliger Vergessenheit anheimfallen, obgleich sie einem so tüchtigen Praktiker wie Focke und einem so großen Theoretiker wie Nägeli bekannt war?

Doch nur weil sie, wie ein Mond, kein eigenes Licht ausstrahlte, sondern erst von der mehrere Jahre später von August Weismann begründeten Keimplasmalehre ihre Leuchtkraft empfing, die ihrerseits wieder, wie alle Vererbungstheorien, wesentliche Bedeutung nur im Lichtkegel des allgemeinen Deszendenzgedankens erhalten konnte, welchem erst Darwin durch seine Zuchtwahllehre zum Siege verhalf.

Hätte also Mendel, wie so viele seiner Verehrer glauben machen wollen, wirklich den Darwinismus aus dem Felde geschlagen, so hätte er auch sein eigenes Werk entwertet; denn erst im Rahmen der allgemeinen, von Darwin neu begrün-

deten Entwicklungslehre, erhalten seine Entdeckungen ihren wahren Wert.

Es läßt sich aber auch zeigen, daß auch Darwins eigenstes Werk, die Zuchtwahllehre, statt, wie immer und immer wieder behauptet wird, durch die von Mendel ausgehende exakte Vererbungsforschung widerlegt zu werden, von ihr gerade sehr wertvolle Bestätigungen erhalten hat.

Von drei Seiten sind in den letzten Jahrzehnten ernsthafte Angriffe gegen die Zuchtwahllehre geführt worden, durch die Neolamarckisten, durch die Mutationstheorie und durch Johannsens Lehre von der Unwirksamkeit der Zuchtwahl in reinen Linien. Wie verhält sich nun die auf Mendel fußende Vererbungsforschung zu diesen Gegnern des strengen Darwinismus?

Lamarcks Lehre, daß die treibende Kraft bei der Umwandlung der Arten im eigenen Willen der Organismen liegt, und das Bedürfnis selbst, das zu seiner Befriedigung nötige Organ schafft, wodurch die Zuchtwahl allerdings überflüssig würde, wird in ihrer altertümlichen Reinheit und Strenge heute wohl von niemand mehr geglaubt. Sein Prinzip aber von der erblichen Wirkung des Gebrauches und Nichtgebrauches der Organe hat auch jetzt noch seine Vertreter, ich erinnere nur an R. Semon.

Widerlegt dieses Prinzip die Zuchtwahllehre auch nicht, so setzt seine Annahme ihre Bedeutung doch sehr wesentlich herab. Nun ist es aber eine Tatsache, daß gerade die exakte Vererbungsforschung keinerlei Stützen für den Lamarckismus geliefert hat. Vielmehr finden sich die Ergebnisse der mendelistischen Versuchsreihen in erfreulichster Übereinstimmung mit Weismann, dem größten Gegner Lamarcks. Die von ihm geforderte und nachgewiesene scharfe Scheidung von Keimplasma und Soma findet in all den bewundernswerten, vielfach abgeänderten, oft höchst verwickelten, zur Lösung ganz bestimmter Einzelfragen angestellten Vererbungsversuchen immer wieder neue exakte Bestätigungen. Die ganze Faktorenlehre der Mendelisten, nach welcher jedes erbliche Merkmal durch bestimmte in den Keimzellen gelagerte Faktoren oder Gene vertreten wird, die auch durch allgemeine die Keimzellen selbst treffende Umwelteinflüsse nur schwer dauernd abgeändert werden können, ist natürlich für die lamarckistische Annahme der Übertragung irgendwelcher Einwirkung von den Organen des Körpers aus auf die Keime so ungünstig, wie es ein strengster Darwinist nur wünschen kann. Durch den Mendelismus wird also der Lehre von der Vererbung erworbener Eigenschaften der Boden vollends entzogen, und damit einer der wichtigsten Einwände gegen die Zuchtwahllehre endgültig entkräftet.

Daß auch die Mutationstheorie durch die Mendelsche Lehre keine Stütze findet, hat eben noch in einem Vortrag auf der Innsbrucker Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte Erwin Baur, einer der hervorragendsten exakten Vererbungsforscher, dargetan, in dem er aus seinen berühmten durch viele Jahre fortgesetzten Versuchen den Schluß zieht, daß die Umwandlung der Arten nicht sprunghaft erfolgt, wie es die Mutationstheorie und anfangs auch mancher Mendelist annahmen, sondern durch allmähliche Häufung unscheinbarer, kleinster, oft der unmittelbaren Beobachtung kaum zugänglicher Abänderungen, also ganz so, wie es Darwin in seiner „Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl" gelehrt hatte.

In demselben Vortrage weist Baur auch nach, daß Johannsens Lehre von der Unwirksamkeit der Zuchtwahl in reinen Linien keinen praktischen Wert hat, da es in der Natur eben keine reine Linien gibt, sondern nur Populationen, für die bekanntlich selbst Johannsen das Walten der natürlichen Zuchtwahl zugibt.

Zwei Jahrzehnte angestrengtester, eindringlichster und vielseitigster mendelistischer Forschung haben also als hochbedeutendes Ergebnis die Widerlegung der einzigen ernsthaften Einwände gegen den Darwinismus gezeitigt. Da ferner von mendelistischer Seite auch keine neue Erklärung der Umwandlung der Arten zutage gefördert worden ist, so darf ich, ohne eine Widerlegung befürchten zu müssen, behaupten: Mendel ist so wenig der Besieger Darwins, daß die auf seinen Entdeckungen sich aufbauende exakte Vererbungsforschung im Gegenteil eine Reihe wichtiger Bestätigungen der Darwinschen Lehre erbracht hat.

Wie wenig übrigens die ganz extremen Mendelisten, deren Zahl glücklicherweise von Tag zu Tag geringer wird, in den wahren Geist der Arbeiten ihres Meisters eingedrungen sind, geht auch schon daraus hervor, daß sich in ihren Schriften nirgends eine zureichende Würdigung der wirklichen Verdienste Mendels findet. Da ich nun unter den Zoologen einer der ersten war, welche die bekanntlich von botanischer Seite erfolgte Auffindung der Mendelschen Arbeiten in ihrer Tragweite erkannt hatten, da ich mit der Sammlung von Stoff für meine im Jahre 1906 veröffentlichte, zur Mäßigung mahnende, bei ihrem Erscheinen fast einstimmig totgeschwiegenen, heute in allen wesentlichen Punkten bestätigten Arbeit „Über einige Beziehungen zwischen Vererbung und Variation"[1]) bereits begonnen hatte, als mancher begeisterte Mendelist den Namen seines Meisters noch nicht kannte; da ich seitdem die Entwicklung der Bewegung nie ganz aus den Augen verloren habe: so darf ich mir wohl erlauben, hier kurz darzulegen, worin die eigentümliche Größe Mendels bestand, und welche Stelle ihm in der Geschichte der Entwicklungslehre zukommt. Vererbungs- und Kreuzungsversuche sind auch vor Mendel und nach ihm bis zur Auffindung seiner Schriften in großer Zahl und zum Teil von sehr bedeutenden Forschern ausgeführt worden; ich nenne von Botanikern nur Köllreuther, Vilmorin, Naudyn und

[1]) Biol. Zentralbl. Bd. 26.

GÄRTNER, von Zoologen DARWIN, FRITZ MÜLLER und WEISMANN. Auch die durch MENDEL so berühmten Tatsachen der alternativen Vererbung und des mit ihr verbundenen Aufspaltens der Bastarde in scharf getrennte Gruppen waren schon vor ihm bekannt.

Was MENDEL Neues hinzubrachte, war etwas auf den ersten Blick sehr Unscheinbares und so Naheliegendes, daß man es heute kaum mehr begreift, wie von seinen Vorgängern und nächsten Nachfolgern niemand darauf verfiel, obgleich unter ihnen, wie gesagt, mehrere erlauchte Namen vorkommen. MENDEL *zählte* die Pflänzchen der einzelnen Gruppen, aus denen sich die Geschlechtsfolgen seiner Erbsenkreuzungen zusammensetzten, und verglich die erhaltenen Zahlen miteinander. Das aber war etwas Großes; es war eine königliche Tat, die vielen Kärrnern zu tun geben sollte: es war ein Genieblitz: wahrscheinlich der einzige im Leben des tüchtigen Mannes; er allein aber sichert ihm schon einen Platz in der Ruhmeshalle der großen Naturforscher. Er hatte damit die Mathematik in die Vererbungsforschung eingeführt, und zwar gerade an der Stelle, wo sie am schnellsten ein klares rechnerisches Resultat und eine ganz einfache Formel ergeben mußte. Die Gesetze, die er so fand, haben sich als nur auf wenige besondere Fälle anwendbar erwiesen. Das beeinträchtigt den Wert seiner Entdeckung aber wenig. Denn auch so konnten und mußten die Gesetze, wenn sie nur mit der nötigen Umsicht und Vorsicht benutzt wurden, zu wichtigsten Einblicken in den Mechanismus der Vererbungsvorgänge führen.

MENDEL hatte aber auch sofort erkannt, daß die von ihm entdeckten Vererbungsregeln Reinheit der Gameten bei den Bastarden zur Voraussetzung haben. Und das war wieder ein Großes. Heute wissen wir, daß in den Reduktionsteilungen der Mechanismus gegeben ist, durch den väterliche und mütterliche Erbmassen wieder reinlich geschieden werden *können*, so daß es trotz der „Blutmischung" Bastarde mit reinen Gameten geben *kann*. In MENDELS Tagen aber gab es noch keine Cytologie, so daß die Gametenreinheit bei Bastarden widersinnig erscheinen mußte. Trotzdem hielt MENDEL mit staunenswertem Mute an dem Ergebnis seiner Berechnungen fest, ohne doch ahnen zu können, welche glänzende Bestätigung das Mikroskop einst seinen Folgerungen bringen sollte. Als MENDELS Arbeiten dann durch CORRENS, DE VRIES und TSCHERMAK wieder ans Tageslicht gezogen wurden, war die Sachlage umgekehrt wie einst bei der Entdeckung des Neptuns. Die Verteilung der elterlichen Erbmasse auf die Keimzellen war beobachtet worden, nun fand man in MENDELS Arbeiten den mathematischen Beweis, der die letzten Zweifel an der Richtigkeit der Beobachtungen verschwinden machte. Es konnte daher auch nicht ausbleiben, daß das unverhoffte Zusammentreffen der beiden so verschiedenen Forschungsrichtungen der Vererbungswissenschaft einen sehr kräftigen Antrieb erteilte.

Am größten zeigt sich aber MENDEL in der weisen Selbstbeschränkung. Er erkannte sehr wohl, daß die bei seinen Pisumkreuzungen gefundenen Vererbungsregeln keine Allgemeingültigkeit haben und behandelt in einer zweiten, ebenfalls sehr bedeutenden, nur viel weniger berühmt gewordenen Abhandlung auch andere Vererbungsweisen, wie sie ihm bei seinen Versuchen mit Hieraciumbastarden begegnet waren. Kleiner Geister Art ist das nicht, vielmehr überschätzen solche jedesmal den Wert eigener Leistungen und schaden durch vorschnelle Verallgemeinerung oft mehr, als sie durch ihre Entdeckungen genutzt haben. Leider sind MENDELS Anhänger dem Beispiel ihres Meisters nicht gefolgt, sondern haben aus den von ihm gefundenen nur in ganz bestimmten Fällen geltenden Regeln sofort allgemeine Gesetze gemacht und versucht, alle Vererbungserscheinungen in dasselbe enge Bett zu zwängen. Gelang das nicht, was natürlich sehr oft vorkam, so hackte man nach alter guter Prokrustesart einfach den Tatsachen einige Teile ab, bis sie sich der Theorie fügten. Es hat sich so leider in der unter MENDELS Einfluß so kräftig aufgeblühten exakten Vererbungsforschung ein gewaltiger Schutthaufen falscher Schlußfolgerungen angesammelt, mit dessen Forträumen viel Arbeit wird vertan werden müssen.

MENDEL selbst stand DARWINS Lehre wohl recht kühl gegenüber. Er erwähnt sie wohl, ohne aber auf ihre gewaltige Bedeutung hinzuweisen oder selbst für ihre Richtigkeit einzutreten. Das soll kein Vorwurf sein, verhielt sich doch die große Mehrzahl seiner Zeitgenossen unter den Botanikern gegen die Entwicklungslehre abwartend bis ablehnend. Und es hindert natürlich auch nicht, daß MENDEL in der Geschichte des Darwinismus immer einen sehr bedeutenden und ehrenvollen Platz einnehmen wird. Nur steht er nicht, wie oft behauptet wird, am Anfang einer neuen Epoche, sondern sein Name beschließt eine jetzt zu Ende gehende, jene des Kampfes um die Zuchtwahllehre. Denn, wie oben gezeigt wurde, hat die auf seiner Entdeckung aufgebaute moderne Vererbungsforschung, indem sie die noch ausstehenden experimentellen und mathematischen Beweise für die Richtigkeit von WEISMANNS Keimplasmalehre erbrachte, zugleich die letzten ernsthaften Einwände gegen den Darwinismus widerlegt und seinen vollen Sieg bestätigt, den ihm jetzt niemand mehr streitig machen kann. Und wenn der strenge Darwinismus heute auch verhältnismäßig wenig Vertreter zählt, weil seine großen Gedanken noch immer nicht Allgemeingut der Wissenschaft geworden sind, so gehört ihm doch die Zukunft.

Vergangenheit und Gegenwart der Stereochemie.

Von P. WALDEN, Rostock.

(Fortsetzung.)[1]

C. Stereochemie in ihren allgemeinen Folgewirkungen.

In vielerlei Hinsicht sind die stereochemischen Ideen bedeutsam gewesen. In *erster* Reihe ist die *erkenntnistheoretische Bedeutung* hervorzuheben. Ist es nicht reizvoll und erhebend zugleich konstatieren zu können, wie treffsicher die wissenschaftliche Phantasie, die geniale *Intuition* den diskreten Bau von Atomen und Molekeln erschauen kann, so treffsicher, daß nach der glänzenden Entwicklungsphase von fünfzig Jahren die exakte Naturforschung experimentell und direkt nur bestätigen kann, was indirekt mit dem geistigen Auge erschaut war? Und ist das *organisatorische Moment* dieser stereochemischen Theorie nicht ebenfalls von bleibendem Wert? WILH. OSTWALD bezeichnete einst als gemeinsames Ziel des Künstlers und Forschers „. . . die Bewältigung der unendlichen Mannigfaltigkeit der Erscheinung durch die Bildung angemessener Begriffe; während die Wissenschaft aber gedankliche Begriffe bildet, stellt die Kunst anschauliche her". Im besonderen hat nun J. H. VAN 'T HOFF durch die Schaffung des Begriffes vom asymmetrischen C-Atom und der räumlichen Konfiguration der doppeltgebundenen C-Atome, d. h. der optischen Isomeren und der geometrischen Isomeren, nicht nur jene Bewältigung der kaum übersehbaren Mannigfaltigkeiten ermöglicht, sondern er hat auch wie ein Künstler *Anschaulichkeit* in jene Erscheinungsformen gebracht. Und wenn GOETHE als Forscher von sich sagte, daß seine Erfolge im „gegenständlichen Denken" begründet seien, so hat auch die Stereochemie ihre Erfolge wesentlich der Möglichkeit eines „gegenständlichen Denkens" zu verdanken. Das räumliche Kohlenstofftetraeder erwies sich als ein ruhender Pol in der Flucht der Erscheinungen.

In *zweiter* Reihe ist der Einfluß auf die *experimentelle Forschung*, auf die wissenschaftliche Weiterentwicklung und Problembildung der ganzen Chemie zu nennen. Es dürfte wohl den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen, wenn wir sagen, daß die wissenschaftlich hervorragendsten Leistungen der organischen und anorganischen Chemie während des letzten Halbjahrhunderts mit der Stereochemie ursächlich verknüpft sind.

Was einst SCHILLER über den großen KANT und seine Interpreten sagte, gilt ja für große wissenschaftliche Leistungen überhaupt:

„Wenn die Könige bau'n, haben die Kärrner zu tun."

Wir möchten aber dieses Wort erweitern, indem wir sagen: Wenn Könige bau'n, haben auch die geschicktesten Baumeister zu tun. Denn nicht allein die Kärrner oder die kleinen Handarbeiter, sondern auch die großen Kopfarbeiter haben bei königlichen Bauten mitzuwirken.

[1]) A. Zur Vorgeschichte. Pasteur. S. 301. B. Das Werk von J. H. VAN'T HOFF und J. A. LE BEL. S. 304—312, 331—336.

Mit anderen Worten: An der Prüfung und Ausgestaltung der von den beiden Königen des Geistes, J. H. VAN 'T HOFF und LE BEL, errichteten Stereochemie haben die führenden Baumeister der modernen Chemie mitgewirkt; wir nennen nur die berühmtesten Namen: H. LANDOLT, J. WISLICENUS, E. FISCHER, AD. V. BAEYER, V. MEYER, WALLACH, A. HANTZSCH, WILL. J. POPE, A. WERNER, R. WILLSTÄTTER. Und neben diesen und anderen Meistern der Forschung ist noch eine kaum übersehbare Zahl der Zeitgenossen, die auf dem Ozean der Stereochemie erfolgreiche Forschungsreisen gemacht haben und noch machen. Denn wie der Ozean viele Küsten bespült, viele Kontinente verbindet, vielen Männern und vielen Völkern Betätigung und Gewinn bringt, so auch hier. Sagte doch schon humorvoll Lord BULWER: „Science is an ocean; it is open to the cockboat as the frigate. One man carries across it a freightage of ingots, another may fish there for herrings."

Doch auch dem *Umfange* der stereochemischen Forschungen nach müssen wir bewundernd den befruchtenden Einfluß dieser Theorie bis auf den heutigen Tag hervorheben. Man durchblättere nur die wissenschaftlichen Zeitschriften etwa dieses Jahres, und man wird erstaunt sein, wie zahlreich die Untersuchungen aus dem Gebiete der organischen, physiologischen, biochemischen, anorganischen Chemie sind, welche in den Bahnen der Stereochemie sich bewegen. Es sei nur eine kleine statistische Notiz angeführt:

Im *Januarheft des Journ. of the Lond. chem. soc. vom J. 1923* sind 24 Beiträge enthalten, unter ihnen sind stereochemischen Charakters: 12, d. h. 50%, optische und geometrische Isomerie behandelnde Untersuchungen. Eine weitere Tatsache ist vielleicht von Interesse: der Vortragende hatte unlängst Veranlassung, sich mit der Neuauflage von LANDOLTS Standardwork „Das optische Drehungsvermögen" zu befassen. Während die Auflage von 1898 noch 634 Seiten aufwies, mußte der Umfang der neuen geplanten Auflage, die *nur* das Rotationsvermögen umfaßt, nach 25 Jahren auf mehr als 1000 Seiten veranschlagt werden.

Noch ein *Drittes* soll angefügt werden. Oft — und in unserer Zeit vielleicht mehr als früher — wird der Wert wissenschaftlicher Theorien auch nach ihrer *Auswirkung in praktischer* Richtung oder, sagen wir kurz, nach ihrem *Nutzen* bzw. sozialen Wert bemessen. Wohl haben die Begründer der Stereochemie keinerlei praktische Zwecke mit ihren Theorien im Sinne gehabt, aber das praktische Leben selber zieht nachher die reine Wissenschaft zu Dienstleistungen heran. Wir können daher der Meinung von VAN 'T HOFFS Lieblingsdichter — LORD BYRON — nicht beipflichten, wenn der letztere sagt: „*The Tree of Knowledge is not that of Life.*" *Der Baum des Wissens ist doch der*

Baum des Lebens! Haben nun die stereochemischen Theorien auch einen praktischen Nutzen gehabt? Die Frage können wir ohne weiteres bejahen. Insbesondere ist die *Medizin und Biochemie* zu nennen, welche einen Nutzen gezogen haben. Nerven, Fermente und Enzyme sind stereochemisch orientierte Stoffe; die Wirkung der *verschiedenen* optischen Isomeren (d-, l-, oder d-,l-Form) ein und derselben Verbindung im Organismus — z. B. der isomeren Zucker, der Alkaloide, der Campher usw. — ist daher verschieden und kann eine Differenzierung der *Heil*wirkung erlauben[1]). Die *Textilfasern* sind aus optisch aktiven Stoffen zusammengesetzt; optisch-aktive *Gerbstoffe*[2]) *und Farbstoffe*[3]) werden daher je nach der stereochemischen Konfiguration verschieden fest und verschieden ergiebig mit der Faser sich verbinden.

Erinnern wir uns, daß es *holländische Mediziner* waren, die einen VAN 'T HOFF im Jahre 1904 wegen der befruchtenden Wirkung der Stereochemie auf die Biologie, speziell die Medizin, zum Dr. med. hon. c. ernannten. „Die Stereochemie hat sich in der Denkart der Mediziner einen Platz erobert" — „die . . . fruchtbaren Hypothesen EHRLICHS über den Bau der Stoffe, mittels derer sich der Organismus gegen Gifte verteidigen kann, liefern hierfür ein Beispiel", so heißt es u. a. in der Begründung (vgl. COHEN, l. c. 516). Doch schon 1901 hatte die Greifswalder Universität den medizinischen Ehrendoktor an VAN 'T HOFF zuerkannt.

Neben dem direkten Einfluß auf die Art und den Umfang der Forschungen in der *organischen* Chemie übten die stereochemischen Ansichten noch eine mittelbare Wirkung auf *die physikalische Chemie* aus. Die neuartigen Stoffe forderten zu eingehender physiko-chemischer Untersuchung heraus; nicht allein bedurfte die Bestimmung ihrer chemischen Individualität neuer Kriterien, auch die Frage nach dem Zusammenhang der chemischen Konstitution mit den physikalischen Eigenschaften führte bei den Stereoisomeren zu ausgedehnten experimentellen Forschungen. Es seien nur einige dieser Eigenschaften genannt: Schmelzpunkte[1]), Siedepunkte[2]), Dichten[1]) und Löslichkeiten; elektrische Leitfähigkeit[3]) und Dissoziationskonstante; Verbrennungswärmen[4]), Lichtbrechung und Dispersion[5]); Farbe[6]); Reaktionsverlauf, Adsorption[7]) —

[1]) Einige Beispiele aus der jüngsten Zeit: Für die Einwirkung auf die Endigungen der Chorda tympani (ähnlich wie für die Wirkung auf den *Herzvagus* und für die *mydriatische* Wirkung) gilt nach A. R. CUSHNY (Chem. Zentralbl. 1919, III, 644; 1920, I, 511) folgende Reihe: l-Hyoscyamin = 600, d-Hyoscyamin = 15, das stereoisomere Atropin = 300. Hier, wie auch bei dem Homatropin liegt die größte Wirkung bei den linksdrehenden Isomeren. Über die stereochemische Spezifität der anästhesierenden Wirkung auf die Nerven bieten die synthetischen stereoisomeren *Cocaine* R. WILLSTÄTTERS (Liebigs Ann. d. Chem. **434**, 116. 1923) interessante Belege: Die räumliche Lage der Gruppen im Cocainmolekül beeinflußte das Anästhesierungsvermögen an den peripheren Nervenelementen in verschiedener Weise.

Sollte man durch Züchtungsversuche an Heilpflanzen nicht erreichen können, daß sie gerade diejenige stereoisomere Form vorwiegend produzieren, welche für therapeutische Zwecke die wirkungsvollste ist? Ebenso ist naheliegend der Gedanke, in Analogie mit den Stickstoffverbindungen auch stereoisomere Arsenverbindungen — As = As — und optisch-aktive As-Präparate (z. B. in der Salvarsangruppe) auf die stereochemische Spezifität hin zu betrachten.

[2]) Zu optisch-aktiven Farbstoffen gelangen B. K. SINGH, M. SINGH und J. LAL, ausgehend von Campherchinon (Journ. of the chem. soc. (London) **119**, 1971. 1921). Andererseits haben A. W. INGERSOLL und R. ADAMS optisch-aktive Azofarbstoffe mittels d- und l-Phenylaminoessigsäure synthetisiert (Journ. of the Americ. chem. soc. **44**, 2930. 1922). Die racemische Form hat eine andere Adsorption als die aktiven Formen (R. ADAMS und BRODE, Journ. of the Americ. chem. soc. **46**, 2032. 1924). Unter Verwendung der Wernerschen Komplexsalze lassen sich ebenfalls stereoisomere Farblacke synthetisieren (A. WERNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **41**, 1062. 1908; P. PFEIFFER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **44**, 2653. 1911; Liebigs Ann. d. Chem. **398**, 138. 1913; G. T. MORGAN, Journ. of the chem. soc. (London) **119**, 708, 1723. 1921; **121**, 1956. 1922; **123**, 5096. 1923).

[3]) K. FREUDENBERG hat mit seinen Mitarbeitern die *raumisomeren Catechine* der Erkenntnis nähergebracht, indem er die große Klasse der Gerbstoffe und ähnliche Verbindungen aufzuhellen erfolgreich begonnen hat (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **52**; **53**; **54**. 1921; **55**, 1734. 1922; **56**, 1185. 1923; Liebigs Ann. d. Chem. **437**, 274. 1924).

[1]) Vgl. z. B. W. MEYERHOFFER, Gleichgewichte der Stereomeren. Leipzig 1906.

[2]) P. WALDEN, Zeitschr. f. physikal. Chem. **20**, 377. 1896; STOERMER und Mitarbeiter, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **50**, 959. 1917; **53**, 1283. 1920, 1293. 1920.

[3]) W. OSTWALD, P. WALDEN, BETHMANN, WHITE und JONES, SMITH, BONE und SPRANKLING.

[4]) STOERMER und W. A. ROTH, Ber. d. Dtsch Chem. Ges. **46**, 260. 1913; W. A. ROTH und ÖSTLING, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **46**, 309. 1913; WIBAUT, Rec. Trav. chim. P.-Bas, **41**, 441. 1922.

[5]) Insbesondere hat K. v. AUWERS die Frage der Lichtbrechung und Dispersion von Stereoisomeren eingehend untersucht und mit den Siedepunkten, Dichten usw. verglichen. Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **54**, 624. 1921; v. A. und WISSEBACH, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **56**, 715. 1923; **56**, 1175. 1923; v. A. und OTTENS, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **57**, 437. 1924. Ferner: H. VAN DE WALLEY, Chem. Zentralbl. **1**, 891. 1923; H. VAN RISSEGHEM, Chem. Zentralbl. **1**, 892. 1923. Zu den Schlußfolgerungen von K. v. AUWERS s. a. GOSS, INGOLD und J. F. THORPE, Journ. of the chem. soc. (London) **125**, 1927. 1924.

[6]) Über die verschiedenen Farben von organischen Stereoisomeren (cis-trans-Formen) vgl. z. B. M. BUSCH, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 75. 1912; STOERMER und OEHLERT, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **55**, 1232. 1922; von stereoisomeren inneren Komplexsalzen: RAMBERG, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **43**, 580. 1910; **46**, 3886. 1913; LEUCHS und FELSER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **41**, 1726. 1908; **45**, 1960. 1912; H. LEY, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **42**, 3894. 1909; **45**, 372. 1912 und ff. Jahrg.; L. TSCHUGAEFF, Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **42**, 1466. 1911; ferner bei den Wernerschen Kobaltaminosalzen; in der Chromreihe: P. PFEIFFER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **37**, 4255. 1904.

[7]) P. H. HERMANS, Zeitschr. f. physikal. Chem. **113**, 337, 385. 1924.

namentlich war es das Gebiet der *cis-trans-Isomeren,* für welches diese Konstanten ermittelt wurden, um rückwärts Konfigurationsbestimmungen an neuentdeckten Stereoisomeren vornehmen zu können. Eine besonders umfangreiche Klasse von Untersuchungsobjekten für Siedepunkts-, Dichte- und Refraktionsregelmäßigkeiten boten die geometrisch-isomeren *Polymethylene* dar[1]).

Eine andere Relation stellte sich zwischen der Stereochemie und der *osmotischen Lösungstheorie* her. Das Problem der *Molargewichtsbestimmung* von gelösten Stoffen *gleicher* Zusammensetzung wurde für die Konstitutionsbestimmung brennend, — galt es doch zu entscheiden, ob *Isomerie* oder *Polymerie* vorliegt. Und so wurde die *Stereoisomerie, z. B. der Oxime,* direkt die Ursache, daß im Jahre 1888 ein Strom von Experimentalarbeiten — es seien nur diejenigen von A. F. Holleman, J. F. Eykman, E. Beckmann, V. Meyer und K. Auwers genannt — gleichzeitig die Verbesserung der Methode und die Bestimmung der Molekulargewichte der Wissenschaft zuführte.

J. H. van 't Hoff selbst kennzeichnete die Rückwirkung gerade dieser Methode auf die Stereochemie, indem er sagte (Theorie der Lösungen 1900, S. 19): „In dieser Beziehung ist zu erwähnen, daß die Molekulargewichtsbestimmung für die Entwicklung der *Stereochemie* . . . ein unentbehrliches Hilfsmittel gewesen ist, indem sie von vornherein festzustellen hatte, daß es sich um Differenzen von gleich zusammengesetzten Molekülen handelte." Und A. Werner (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **40**, 24. 1907) konnte von seiner Theorie der isomeren anorganischen Metallkomplexsalze sagen, daß gerade durch die osmotischen Molekulargewichtsbestimmungen „ein wesentliches Moment der Unsicherheit . . . aus den Betrachtungen ausgeschaltet wurde." Wenn wir heute den Einfluß dieses Forschungsmittels auf die stereochemischen Probleme prüfen, so müssen wir gestehen, daß z. B. in den bahnbrechenden Untersuchungen der letzten Jahre über Polyamylosen (Stärke, Inulin, Glykogen) eines H. Pringsheim, oder über Cellulose von Denham, Heuser, K. Hess, P. Karrer. K. Freudenberg u. a. die Molargrößenbestimmung der Abbauprodukte für die Konstitutionsprüfung von grundlegender Bedeutung ist.

Die osmotische Molekulargewichtsbestimmung erwies sich notwendig bei der Untersuchung der *photochemischen Umwandlungen von Stereoisomeren.* Auch hier konnten die Lichtwirkungen (unter Wahrung der chemischen Zusammensetzung) Photo*isomerisation* und Photo*polymerisation* auslösen. Das Gebiet dieser photochemischen Umlagerungen ist sowohl *wissenschaftlich reizvoll, als auch vom physiologischen Standpunkt* aus bedeutsam, wenn man die *natürlichen Bedingungen der Entstehung der Pflanzenstoffe* in Betracht zieht. Derartigen Umlagerungen sind insbesondere zugänglich die Verbindungen mit den *ungesättigten Bindungen*

$$>C:C< \quad \text{bzw.} \quad >C=N-; \quad -N=N-;$$
$$>C:N-NH\cdot CONH_2 .$$

Insbesondere ist es das *ultra*violette Licht, das diese Isomerisationen hervorruft, und zwar betrifft die Lichtwirkung eine Verschiebung des Gleichgewichts zwischen den beiden verschieden stabilen stereoisomeren Formen:

α-Form $\rightleftarrows$ β-Form, stabil $\rightleftarrows$ labil, bzw. anti $\rightleftarrows$ meso, bzw. trans $\rightleftarrows$ cis, bzw. fumaroid $\rightleftarrows$ malenoid oder anti- $\rightleftarrows$ syn-Form.

Nicht allein die Natur und Intensität des Lichts, sondern auch die Temperatur, Löslichkeit und Natur des Lösungsmittels wirken hierbei mit.

Von den einzelnen Körperklassen (meist mit aromatischen Radikalen, die also im Ultraviolett absorbieren) seien genannt I. *ungesättigte Kohlenwasserstoffe*[1]), II. *ungesättigte Ketone*[2]), III. *ungesättigte Säuren*[3]), IV. *Oxime*[4]), $>C:N-OH$, V. *Semicarbazone*[5]) $>C:N\cdot NH\cdot CONH_2$, VI. Di-

[1]) Hier müssen besonders die Untersuchungen von A. Skita genannt werden: Skita und Berendt, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **52**, 1519. 1919; Skita, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **53**, 1792. 1920; Skita und Schneck, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **55**, 144. 1922; Skita, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **56**, 1014. 1923; ferner Liebigs Ann. d. Chem. **427**, 255. 1922; **431**, 1. 1923. Weiter insbesondere K. v. Auwers, Liebigs Ann. d. Chem. **410**, 287. 1915; **419**, 92. 1919; **420**, 84. 1920. Dekaline und Oktaline: s. Hückel (1923), W. Borsche und Lange, Liebigs Ann. d. Chem. **434**, 219. 1923; R. Willstätter und Fr. Seitz, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **56**, 1388. 1923; **57**, 683. 1924; F. Eisenlohr und Polenske, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **57**, 1639. 1924.

[1]) Straus, Liebigs Ann. d. Chem. **342**, 239. 1905; R. Stoermer, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **42**, 4871. 1909.

[2]) Paul und Schultze, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **33**, 3795. 1900; **35**, 168. 1902; Stobbe und Wilson, Liebigs Ann. d. Chem. **374**, 237. 1910; Dupraisse, Cpt. rend. de l'Acad. de Sc. Paris, **158**, 1691. 1914; Oliveri-Mandalà, Gazz. chim. **45**,II, 138. 1915.

[3]) J. Wislicenus (1895), Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **29**, Ref. 1080; C. Liebermann, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **28**, 1443. 1895; G. Ciamician und Silber, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **35**, 4128. 1902; **36**, 4267. 1903; R. Stoermer, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **42**, 4866; **44**, 650. 1911; **47**, 1786. 1914; **55**, 1033. 1922; E. Warburg, Chem. Zentralbl. **1**, 199. 1920. Besonders reizvoll erwies sich die Zimtsäure (und ihre Derivate Cumar- und Cumarinsäure u. ä.), doch trat hier neben der Umwandlung stabil $\rightleftarrows$ labil (Allo-) noch eine Dimerisation auf. Vgl. neben C. Liebermann, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **28**, 1446. 1895 und Ciamician und Silber (l. c.) insbesondere R. Stoermer (l. c.) und Stobbe, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **52**, 670. 1919; **55**, 2227. 1922; **56**, 2257; **58**, 85. 1925.

[4]) Ciamician und Silber, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **36**, 4268. 1903: anti $\rightarrow$ syn-Form; Sachs und Kempf, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **35**, 2704. 1902; H. Goldschmidt, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **37**, 180. 1904; Ciusa, Gazz. chim. **37**, 201. 1907; R. Stoermer, Gazz. chim. **44**, 667. 1911; Brady und Dunn, Journ. of the chem. soc. (London] **103**, 1619. 1913.

[5]) M. Busch, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 75. 1912; F. J. Wilson und Macaulay, Journ. of the chem. soc. (London) **125**, 841 (1924).

azokörper[1]) — N : N —, VII. *Alkaloide*[2]), VIII. *innere Komplexsalze*[3]).

Die Photopolymerisation. Neben den ungesättigten Kohlenwasserstoffen, Aldehyden, Ketonen u. a., deren photochemische Polymerisation H. STOBBE (seit 1910) verfolgt, ist es hier besonders der an chemischen Mannigfaltigkeiten überreiche Komplex von Phänomenen, die *die Zimtsäure* $C_6H_5 \cdot CH : CH \cdot COOH$ darbietet. BERTRAM und KÜRSTEN (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **28**, IV, 387. 1895) teilten zuerst mit, daß die (trans-) Zimtsäure im Lichte in ein bei 274° schmelzendes Polymeres (vermutlich in die von C. LIEBERMANN entdeckte α-Truxillsäure) übergehe. RIIBER (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **35**, 2908. 1902) und G. CIAMICIAN und SILBER (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **35**, 4128. 1902) bestätigten solches, gleichzeitig zeigte sich ein tiefgehender Einfluß der Natur des Lösungsmittels. Die Hauptverdienste der Entwirrung dieser Phänomene kommen drei Forschern[4]) zu: A. W. K. DE JONG, R. STOERMER und H. STOBBE.

Je nachdem, wie die zwei Molekeln der Zimtsäure mit ihren durch die Lichtenergie aufgespaltenen Doppelbindungen sich aneinanderlagern, erhält man zwei isomere Diphenyltetramethylendicarbonsäuren:

$$2\,C_6H_5CH = CH \cdot COOH \rightarrow \begin{array}{l} C_6H_5\text{—}CH\text{—}CH \cdot COOH \\ \qquad\quad | \qquad\; | \\ \quad HOOC\text{—}CH\text{—}CH \cdot C_6H_5 \end{array}$$

Truxillsäuren

$$\text{und} \quad \begin{array}{l} C_6H_5 \cdot CH\text{—}CH \cdot COOH \\ \qquad\quad | \qquad | \\ C_6H_5 \cdot CH\text{—}CH \cdot COOH \end{array}$$

Truxinsäuren

Raumchemische Betrachtungen führen zu fünf theoretisch möglichen (nicht spaltbaren) Truxillsäuren, die von R. STOERMER (l. c.) isoliert werden konnten; derselbe Forscher hat noch die Konfiguration der 4 bisher isolierten Truxinsäuren ermittelt und drei dieser Säuren in die optischen Antipoden gespalten. —

Ein besonderes Gebiet physiko-chemischer Untersuchungen, das wohl die „Achse der Stereochemie" bildet, ist das optische Drehungsvermögen.

Optisches Drehungsvermögen.

Die Fähigkeit bestimmter organischer Verbindungen, im amorphen (gelösten oder dampfförmigen) Zustande den polarisierten Lichtstrahl abzulenken, wurde von BIOT 1815 zufällig entdeckt und pouvoir rotatoire (Rotationsvermögen, optisches Drehungsvermögen) genannt. Dieses Rotationsvermögen, das JOH. WISLICENUS[1]) 1869 an der Fleischmilchsäure beobachtet hatte, war bekanntlich der Katalysator, welcher in geheimnisvoller Weise bei J. H. VAN 'T HOFF im Jahre 1874 die Grundideen der Stereochemie so lichtvoll sich gestalten ließ. War nun ein optisch-aktiver Körper ausreichend, um die Theorie entstehen zu lassen, und genügten damals dreißig Beispiele, um sie zu begründen, so zählen wir heute Tausende von solchen optisch-aktiven Verbindungen. War vor 50 Jahren die *Größe* der Drehung und das Vorzeichen derselben nur von nebensächlicher Bedeutung, so ist heute bei der Vielheit der Stoffe und der Mannigfaltigkeit von Drehungswerten die exakte Messung und allseitige Untersuchung des Rotationsvermögens ein eigenes, weitausgreifendes Gebiet physiko-chemischer und stereochemischer Forschung geworden. Diente es Jahrzehnte hindurch als ein untrügliches diagnostisches Mittel, um ein asymmetrisches *Atom* festzustellen, so dient das Rotationsvermögen heute nicht nur zur Eruierung der *Atomasymmetrie*, sondern auch der *Molekülasymmetrie*, oder — als ultima ratio der Wissenschaft — *zum Beweis der Existenz von bestimmten asymmetrisch gebundenen Elektronen.* Was nun die *Größe* der Drehungswerte betrifft, so hat sich auch hierin eine überaus erhebliche Verschiebung vollzogen. Von den einstigen relativ geringen Drehungsgrößen sind wir heute zu Riesenwerten emporgestiegen. Wir kennen *Campherderivate mit konjugierten ungesättigten Bindungen*, z. B.

1 : 4-Naphthylen-bis-iminocampher[2]), Molarrotation $[M]_D = 8175°$ (in Pyridin: 13 416°)

oder p, p'-Bis-imino-campher-diphenyl-amin[2]), Molarrotation $-[M]_D^{30} = 11\,385°$ (oder 13 288° in Pyridin).

Die Werte in der Gruppe der molekülasymmetrischen *Metallkomplexsalze* übertreffen noch diese Höchstrotationen der atomasymmetrischen C-Verbindungen, z. B.

l-Hexolbromid[2]) $\{Co(OH)_6[Co(NH_3)_4]_3\}Br_6$;
$[M]_\lambda = +47\,038°\ (\lambda = 560\ \mu\mu)$.

Die Entwicklung der Kenntnisse von dem Rotationsvermögen hat ihre Aufwärtsbewegung in folgenden Etappen genommen. Erst galt es überhaupt nur die Drehungsanwesenheit zu konstatieren. Dann traten *vervollkommnete Apparate auf den Plan.* Die Abhängigkeit der Drehungsgröße und des Drehungssinns von *der Lichtart, der Temperatur, dem lösenden (inaktiven) Medium* und der Konzentration wurde für gegebene Verbindungen untersucht. Ein weiteres Moment gewann Interesse, nämlich die *zeitliche* Veränderlichkeit der

---

1) CIUSA, l. c.
2) WEIGERT, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **43**, 951. 1910.
3) L. RAMBERG, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **43**, 580. 1910; **46**, 3886. 1913.
4) A. W. K. DE JONG (seit 1911, vgl. K. Akad. Wet., Amsterdam **20**, 55. 1911; letzte Mitteilung: Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **55**, 463. 1922 und **56**, 818. 1923); R. STOERMER (seit 1919, vgl. Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **52**, 1255. 1919; letzte Untersuchungen: Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **55**, 1869. 1922; **56**, 1683. 1923 und **57**, 15. 1924); sowie H. STOBBE (seit 1919, vgl. Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **52**, 668. 1919; letzte Mitteil. Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **55**, 2229. 1922).

---

1) Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **2**, 550, 620. 1869.
2) B. K. SINGH und M. SINGH, Journ. of the chem. soc. (London) **117**, 1599. 1920; bzw. ebenda **119**, 1971. 1921.
3) A. WERNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **47**, 3087. 1914.

Drehungs*größe* (Birotation des Traubenzuckers, DUBRUNFAUT [1856]; Multirotation, Mehr- und Wenigerdrehung der Zuckerarten, TOLLENS und WHEELER [1889]; *Mutarotation* von *Nitrocampher* und *Derivaten*, LOWRY [1899]). Dann wurde von Ph.-A. GUYE (1890) eine neue Problemstellung geschaffen, nämlich die gesetzmäßige Abhängigkeit des Drehungsvermögens von den *Massen* der vier am asymmetrischen C-Atom befindlichen Atome oder Radikale („*Asymmetrieprodukt*"). Dem wurde entgegengestellt die dominierende Rolle der chemischen *Natur*[1]) der vier Radikale (P. WALDEN, 1894), d. h. die chemische Konstitution der optisch-aktiven Molekel.

Weitere Probleme folgten, so das Prinzip der *optischen Superposition* (J. H. VAN 'T HOFF, Ph.-A. GUYE, P. WALDEN), d. h. der Satz, daß bei Körpern mit mehreren aktiven asymmetrischen C-Atomen die Gesamtdrehung gleich der algebraischen Summe der Teildrehungen der einzelnen aktiven C-Atome ist; so die Abhängigkeit der *Rotation von der elektrolytischen Dissoziation* (*Oudemans-Landoltsches Gesetz*). Alsdann setzte das Studium der *homologen* Reihen optisch-aktiver Körper ein, sowohl im homogenen Zustande als in Lösungen unter Berücksichtigung der verschiedenen physikalischen Faktoren, sowie der Natur und chemischen Bindung der Gruppen (*Ringschluß, Doppel- und dreifache Bindungen, konjugierte Bindungen, Komplexbildung mit an organischen Radikalen*). In letzter Zeit besitzt ein vorwaltendes Interesse die experimentelle und theoretische Erforschung der *Rotationsdispersion*, d. h. die gesetzmäßige Abhängigkeit der Drehungswerte von der Wellenlänge des Lichts.

Schon diese kurze Aufzählung der Probleme, die hier entgegentreten, zeigt den Umfang des experimentellen Arbeitsgebietes und die Tiefe des wissenschaftlichen Interesses, die dem Rotationsvermögen gewidmet worden sind. Und wie eng dieses Drehungsvermögen mit der diskreten Konstitution der Molekeln verknüpft und wie empfindlich es gegen alle äußeren Faktoren ist, beweist die Tatsache, daß wir trotz der immensen geleisteten Arbeit wohl viele Regelmäßigkeiten für einzelne Körperklassen und Erscheinungsgruppen kennen, aber noch immer nicht im Besitz allgemeingültiger Gesetze und Erklärungen sind. Der offenen Fragen gibt es so viele, und sie greifen zu tief in das Forschungsgebiet der *Physik* hinein, als daß die Chemiker allein sie lösen könnten.

Die angedeuteten Probleme haben außerdem noch eine *praktische* Bedeutung, sie sollten uns Rückschlüsse auf die *Konfiguration* der Körper ermöglichen bzw. eine zuverlässige Grundlage für Konfigurationsbestimmungen darstellen, wenn durch Abbau bzw. Aufbau der Substitution eine optisch-aktive Verbindung Änderungen ihrer Zusammensetzung erfährt. Ganz unerwartet trat da noch ein anderer störender Faktor hinzu, nämlich die Tatsache, daß *bei direkten Substitutionen am aktiven asymmetrischen C-Atom wohl die optische Aktivität weiter erhalten bleiben kann, jedoch nur zu oft* (und zwar bei Anwendung von optisch-inaktiven Reagentien) *eine Umwandlung in den optischen Antipoden*, also eine Umkehr der räumlichen Konfiguration eintritt. So kann unschwer ohne die racemische Zwischenform direkt die Reaktion verwirklicht werden: l-Form → d-Form, bzw.

d-Form → l-Form (*Waldensche Umkehrung*, 1896).

Diese Erscheinung hatte auf Grund unserer theoretischen Vorstellungen eigentlich keine Daseinsberechtigung. Ihre Erklärung bzw. die Beherrschung der Umkehrerscheinungen ist trotz der etwa 2 Dutzend verschiedener Theorien bis heute offen geblieben.

Um die Bedeutung des Drehungsvermögens noch weiter zu charakterisieren, sei angeführt, daß H. LANDOLT sein klassisches Werk „Optisches Drehungsvermögen" (1898) diesen Fragen gewidmet hat; 1904 habe ich einen ausführlichen Vortrag „Über das Drehungsvermögen optisch-aktiver Körper" vor der Deutschen Chemischen Gesellschaft halten dürfen (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **38**, 345—409. 1905), 1914 hatte die *Faraday-Gesellschaft* in London eine internationale Sitzung diesem Problem gewidmet, **1922** hat ein erfolgreicher Forscher dieses Gebietes, H. RUPE, einen zusammenfassenden Überblick über das Drehungsvermögen gegeben (Journ. chim. phys. **20**, 87. 1923); **1923** hat ein hervorragender Kenner des Gebietes der molekularen Symmetrie, F. M. JAEGER, in einer Conférence in der Société Chimique (Paris) das Drehungsvermögen chemischer Verbindungen ausführlich dargelegt [Bull. de la soc. chim. Paris (4) **33**, 853. 1923]; indem er die Lehre von den sog. asymmetrischen Atomen ablehnt, kleidet er seine Ansicht in die Worte: „Retournons à Pasteur!" —

Nach all diesem darf ich mich nur auf einige spezielle Fragen beschränken, die meine Vorgänger vielleicht weniger berührt haben, zumal ich zeitlich über sie hinausgehen kann.

a) In den *homologen* Reihen wurde die sog. Tschugaeffsche Regel (1898) neuerdings auch durch die bedeutenden Untersuchungen von R. H. PICKARD, J. KENYON und H. HUNTER (Journ. of the chem. soc. (London) **123**, 1, 14, 22, 32, 44, 105. 1923) bestätigt: die Molarrotation der Alkohole $RCH(OH)R_1$ und Ester $R_1R_2CH \cdot OCOR$ geht durch einen kritischen Wert, und zwar liegt dieser (wenn R die wachsende aliphatische Kette bedeutet) bei $R = 5$ oder 10 (11). Komplexe Rotationsdispersion tritt meist bei Anwesenheit der COOH-Gruppe auf.

b) Die durch Bildung von anorganischen *Komplex*verbindungen hervorgerufene Änderung bzw. Steigerung des Drehungsvermögens (es sei nur an die Arbeiten von ROSENHEIM, RIMBACH, H. GROSSMANN u. a. erinnert) ist zu Konfigurationsbestim-

[1]) Besonders schlagend für die verschwindende Rolle des Molekulargewichts der Substituenten sind die Versuche von E. FISCHER, HOLZAPFEL und v. GWINNER (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 247. 1912) an der Butyl-isobutylessigsäure.

mungen sowie für quantitativ-analytische Zwecke verwendbar gemacht. Mit Hilfe der Borylkomplexe hat J. BÖESEKEN solche *Konfigurations*bestimmungen bei Zuckern und Oxysäuren vielfach versucht (vgl. z. B. Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **46**, 2622. 1913; Rec. Trav. chim. Pays-Bas **40**, 354, 553. 1921), während die Komplexe mit Uranyl und Molybdänsäure von FR. AUERBACH und D. KRÜGER (1923) in scharfsinniger Weise zu einer Methode der polarimetrischen Bestimmung von Apfelsäure und Weinsäure in Fruchtsäften ausgebaut worden sind. Vermutlich könnte man auch mittels der UO_2- und MoO_3-Komplexbildung Konfigurationsunterscheidungen bewerkstelligen.

c) Das Problem der *Rotationsdispersion* ist besonders von H. RUPE und von T. M. LOWRY experimentell und theoretisch gefördert worden. In zahlreichen Fällen gilt die Drudesche Formel für die Rotationsdispersion $\alpha = \Sigma \frac{\varkappa_0}{\lambda^2 - \lambda_0^2}$. Für komplexe Dispersion verwendet LOWRY[1]) eine zweigliedrige Formel

$$\alpha = \frac{\varkappa_1}{\lambda^2 - \lambda_1^2} - \frac{\varkappa_2}{\lambda^2 - \lambda_2^2}.$$

d) Das Prinzip der *Superposition* ist ebenso noch viel umstritten und oft benutzt. Es wird abgelehnt von ROSANOFF[2]), bzw. PATTERSON[3]) verneint es energisch. Es wird anerkannt und durch experimentelle Beispiele bestätigt von L. TSCHUGAEFF[4]), E. A. HILL[5]), P. A. LEVENE[6]); insbesondere benutzt es C. S. HUDSON[7]), um die Konfiguration von Aldosen, Ketosen und deren Derivaten erfolgreich zu fixieren, und ebenso fußt J. G. MALTBY[1]) bei der Klassifizierung der Zucker auf diesem Prinzip.

e) GUYES *Asymmetrieprodukt*[2]) hat neuerdings eine Umänderung erfahren; anstatt eines mechanischen Momentes schlägt H. G. RULE[3]) *ein elektrostatisches Moment* vor, um mit dessen Hilfe qualitativ die Größenordnung und das Vorzeichen der Drehung zu bestimmen. Eine andere funktionelle Abhängigkeit der Drehungsgröße bringt D. H. BRAUNS[4]) in Vorschlag, nämlich den Einfluß des *Atomdurchmessers*, d. h. an die Stelle der Masse tritt die Dimension der Atome und Radikale.

f) Zur *Mutarotation* liegen ausgedehnte experimentelle Untersuchungen vor. Bekanntlich sind für mehrere *Zucker*arten die der Hoch- bew. Niedrigdrehung zugrunde liegenden (α- und β-) Modifikationen isoliert worden. Das Verhalten der Enzyme (ihre Affinität) zu den beiden Formen ist verschieden[5]). Die Mutarotationsbeschleunigung durch Ionen[6]) bzw. starke Säuren[7]) und Basen[8]), durch Metalle[9]) ist erforscht worden. Starke Salzsäure bringt außerordentliche Drehungszunahme der Zucker hervor[10]). Nicht allein Wasser, auch Methylalkohol u. a. fördern die Mutarotation[11]). Der Übergang der α-Modifikation in die β-Modifikation entspricht dem monomolekularen Reaktionsverlauf.

$$\alpha\text{-} \rightleftarrows \beta\text{-Modifikation}$$

Glucose[12]) (Traubenzucker):

Spezif. Drehung in Wasser bei 20°	+ 113,4° Anfangswert	⟶	52,2° Beständiger Wert für das Gleichgewicht	⟵	+19° Anfangswert

1) Vgl. LOWRY und Mitarbeiter, Trans. Faraday-Soc. **10**, 94. 1914; Journ. of the chem. soc. (London) **107**, 1173, 1195. 1915; **121**, 532, 1922; **125**, 1593. 1924; s. a. HUNTER und PICKARD, Journ. of the chem. soc. (London) **123**, 434, 1671, 1923.

Die Frage nach den Ursachen der optischen Rotationsdispersion ist noch immer in der Schwebe, selbst für das Beispiel der längst bekannten Weinsäure sind die Ansichten auseinandergehend, Vgl. dazu: LOWRY und BURGESS, Journ. of the chem. soc. (London) **123**, 2118. 1923. LOWRY und CUTLER, Journ. of the chem. soc. (London) **125**, 1465. 1924; LOWRY and RICHARDS, ib. **125**, 2511. 1924; WOOD und COMLEY, ib. **125**, 2630. 1924; LOWRY und AUSTIN, Cpt. rend. de l'Acad. de Sc. Paris, **178**, 1902. 1924; R. DE MALLEMANN, ib. **172**, 150, **173**, 474. 1921/22; L. LONGCHAMBON, ib. **178**, 651. 1924; PATTERSON, Chem. and Industr. **43**, 454 und 614. 1924; HUNTER, Chem. and Industr. 539. 1924; s. a. BÜRKI, Helv. chim. Acta **7**, 759. 1924.

2) Zeitschr. f. physikal. Chem. **56**, 565. 1906; **57**, 739. 1907; s. dazu GUYE, Zeitschr. f. physikal. Chem. **58**, 659. 1907.

3) T. S. PATTERSON, Journ. of the chem. soc. (London) **78**, 33. 1905; **89**, 1884. 1906; **91**, 705. 1907; **107**, 142. 1915; **125**, 1475 und 2579. 1924. Vgl. a. BÖESEKEN, K. Akad. Wetensch. Amsterdam **29**, 562. 1920.

4) TSCHUGAEFF, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **44**, 2023. 1911; **46**, 2752. 1913.

5) HILL, Journ. of the Americ. chem. soc. **40**, 764. 1918.

6) LEVENE, Journ. of biol. chem. **48**, 197. 1921.

7) HUDSON, vgl. nur Journ. of the Americ. chem. soc. **46**, 462, 477, 483, 981. 1924.

1) MALTBY, Journ. of the chem. soc. (London) **121**, 2608. 1922.

2) Vgl. auch die schlagenden Widersprüche gegen dasselbe bei E. FISCHER (mit E. FLATAU, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **42**, 2981. 1909, mit J. HOLZAPFEL und H. v. GWINNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 247. 1912, mit W. BRIEGER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **48**, 1517. 1915).

3) RULE, Journ. of the chem. soc. (London) **125**, 1121. 1924.

4) BRAUNS, Journ. of the Americ. chem. soc. **45**, 2382. 1923; **46**, 1484. 1924.

5) R. WILLSTÄTTER und R. KUHN, Zeitschr. f. physiol. Chem. **127**, 234. 1923; O. SVANBERG, K. O. JOSEPHSON und H. v. EULER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **57**, 297. 1924; JOSEPHSON, Zeitschr. f. physiol. Chem. **134**, 50. 1924; **136**, 62. 1924; R. KUHN, Zeitschr. f. physiol. Chem. **135**, 1. 1924.

6) H. v. EULER, R. KUHN, Zeitschr. f. physikal. Chem. **113**, 389. 1924; ST. W. PENNYCUICK, Journ. chem. Soc. **125**, 2049. 1924.

7) BLEYER und SCHMIDT, Biochem. Zeitschr. **138**, 119. 1923; s. a. [10]).

8) J. GROOT, Biochem. Zeitschr. **146**, 72. 1924.

9) W. E. GARNER und JACKMAN, Journ. of the chem. soc. (London) **119**, 1936. 1922.

10) R. WILLSTÄTTER und L. ZECHMEISTER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **46**, 2407. 1913; ZECHMEISTER, Zeitschr. f. physikal. Chem. **103**, 316. 1923.

11) M. BERGMANN, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **56**, 1054. 1923.

12) Eine Zusammenfassung der Zahlenwerte für die mutarotierenden Zucker und die zugehörigen Geschwindigkeiten geben C. S. HUDSON und E. YANOWSKY, Journ. of the Americ. chem. soc. **39**, 1013. 1917.

Die Erklärung des chemischen Vorganges und des Konfigurationswechsels beim Übergang der *einen* Modifikation in die andere (weniger drehende) hat viele Theorien erzeugt; um nur einige dieser Deutungsversuche und zugleich die Art der modernen Kritik an denselben zu veranschaulichen, sei das Nachstehende angeführt, *nicht um damit dieser Art der Beweisführung das Wort zu reden.*

J. W. BAKER, CHR. K. INGOLD und J. F. THORPE (Journ. of the chem. soc. (London) **125**, 268. 1924) haben in Anlehnung an ihre bedeutsamen Studien über Ringkettenisomerie die verschiedenen Formeln, die den Mechanismus der Mutarotation wiedergeben sollen, einer Kritik unterzogen. Folgende Grundtypen werden diskutiert:

```
                        I.
   (Aldehydform)              (α- und β-Form)
             |                          |
 H—O         C = O          —O——————————C—OH
   |         |                |         |
  —C—       —C—      ←——→    —C—       —C—
     \     /                    \     /
        C                          C
       / \                        / \
```

JACOBSON und STELZNER (Lehrb. d. org. Chemie, 2. Aufl., I, 2, S. 915. 1913, s. auch LOBRY DE BRUYN, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **28**, 3081. 1896).

```
                        II.
             |                                |
 HO          C = O                HO    HO——C—OH
 |           |         +H2O       |         |
—C—         —C—        ——→       —C—       —C—
                       ←——
    \      /           −H2O          \     /
        C                               C
       / \                             / \
 (Aldehydform)
                                 O——————————C—OH
                       −H2O      |          |
                       ——→      —C—        —C—
                       ←——
                       +H2O          \     /
                                        C
                                       / \
```

LOWRY (Journ. of the chem. soc. (London) **83**, 1316. 1903, s. auch E. FISCHER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **23**, 2626. 1890).

```
                        III.
                                      OH
             H                        |       H
 O——————————C<            H—O——————————C—OH
 |           OH    +H2O                |
—C—         —C—    ——→       —C—       —C—
                   ←——
    \      /       −H2O          \     /
        C                           C
       / \                         / \
 (α-Glucose)
                                        OH
                             O——————————C<
                   −H2O      |            H
                   ——→      —C—        —C—
                   ←——
                   +H2O          \     /
                                    C
                                   / \
```

E. F. ARMSTRONG (Journ. of the chem. soc. (London) **83**, 1309. 1903).

Auf Grund eingehender Betrachtungen an den kinetischen Gleichungen der Mutarotation sowie rein struktureller Erwägungen kommen die Autoren zur Ablehnung der Theorien von LOWRY und von ARMSTRONG. Die Prüfung führt augenscheinlich zu Ergebnissen, die für die *Tautomerie-Wasserstoffhypothese* günstig sind[1]). Gegen die Hydratation als Zwischenbildung sprechen auch die jüngsten Versuche von C. N. RIIBER (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **55**, 3122. 1922; **56**, 2185. 1923; **57**, 1599. 1924), wonach die Mutarotation auch *ohne* jedes Solvens, im Schmelzfluß eintritt. —

Die Mutarotation ist nicht nur in der Zuckergruppe weit verbreitet, sie tritt auch bei einzelnen *Campher-* und Terpenderivaten [WALLACH, LOWRY[2]) u. a.], sowie in der *Cinchoningruppe* (RABE) auf. Doch muß hervorgehoben werden, daß eine zeitliche Änderung der Rotation (meist Abnahme) nicht immer als Mutarotation gedeutet werden kann. Chemische Zersetzung und Autoracemisierung bewirken eine scheinbare Mutarotation (Pseudomutarotation).

g) Unter den an optisch-aktiven Verbindungen auftretenden Phänomenen nehmen die optischen *Umkehrerscheinungen* [*Walden*sche Umkehrung[3])] einen besonderen Platz ein. Es ist einleuchtend, daß eine Reaktion im Sinne der Gleichung d-Form → l-Form, bzw. umgekehrt, eine Konfigurationsänderung am asymmetrischen C-Atom (oder einem ähnlichen) in sich birgt. Wenn nun aber durch einfache chemische Eingriffe mittels anorganischer Reagentien, z. B. bei Substitutionen am asymmetrischen Atom, diese Konfigurationsänderung in ganz unkontrollierbarer Weise bald eintreten, bald aber ausbleiben kann, so wird in unsere ganzen Konfigurationsbestimmungen und genetischen Zusammenhänge von optisch-aktiven Körpern ein großes Moment der Unsicherheit gebracht. Ist es nicht verwunderlich zu konstatieren, daß z. B.

l-Brompropionsäure mit wässer. KOH uns d-Milchsäure, dagegen

l-Brompropionsäure mit wässer. Ag_2CO_2 die l-Milchsäure liefert (E. FISCHER),

oder daß

l-Phenylchloressigsäure mit wässer. Ag_2CO_2 zur d-Mandelsäure, dagegen

l-Phenylchloressigsäure mit wässer. NaOH zur l-Mandelsäure führt (MCKENZIE),

oder:

l-Brombernsteinsäure mit Ag_2O (neutral) die l-Apfelsäure,

l-Brombernsteinsäure mit Ag_2O (im Überschuß) d-Apfelsäure ergibt (B. HOLMBERG).

Hinsichtlich der Verbreitung und Bedeutung dieser Waldenschen Umkehrung äußerte sich EMIL FISCHER in seinem Vortrage ,,Waldensche Umkehrung und Substitutionsvorgang" folgendermaßen (E. FISCHERS Gesammelte Werke, 1924, S. 776):

,,Die W. Umkehrung ist offenbar kein Ausnahmefall, sondern eine allgemeine Erscheinung, die möglicherweise ebenso häufig eintritt wie das Gegenteil. Ob die Konfiguration bei dem Sub-

[1]) Vergl. a. R. KUHN und P. JACOB, Zeitschr. f. physikal. Chem. **113**, 403ff. 1924.

[2]) S. a. T. M. LOWRY und BURGESS, Jour. chem. soc. **125**, 2081. 1924.

[3]) S. die ausführliche Monographie von P. WALDEN, Optische Umkehrerscheinungen (Waldensche Umkehrung). Braunschweig, 1919. (Wissenschaft.)

stitutionsvorgang die gleiche bleibt oder verändert wird, oder ob Racemisierung erfolgt, ist einerseits durch das Wesen der benutzten Reaktion und andererseits durch die Natur der übrigen am Kohlenstoff haftenden Gruppen bedingt."

„Diese Resultate sind nur schwer zu vereinigen mit den bisher gebrauchten sterischen Modellen von VAN 'T HOFF, KEKULÉ usw."

„Diese Modelle haben zweifelsohne der Wissenschaft große Dienste geleistet und werden voraussichtlich auch noch länger im Gebrauch bleiben, solange es sich um die Statik stereoisomerer Substanzen handet. Anders wird die Sache, sobald man dynamische Verhältnisse zu berücksichtigen hat." AL. MCKENZIE und seine Mitarbeiter haben zu diesem Problem umfangreiche Beiträge geliefert.

Inzwischen sind die Verhältnisse eher noch verwickelter geworden, und zwar dadurch, daß G. SENTER[1]) noch den *Einfluß der Natur des Lösungsmittels* beobachtete, z. B.:

l-Phenylchloressigsäure mit NH_3 in Wasser oder Alkohol gibt *l*-Phenylaminoessigsäure, und l-Phenylchloressigsäure mit NH_3 in Acetonitril u. a. gibt d-Phenylaminoessigsäure.

Eine weitere Komplikation brachten die Versuche von H. PHILIPS[2]), welcher nachwies, daß eine Drehungsumkehrung auch eintreten kann, wenn die Substitutionsreaktionen *nicht* direkt am asymmetrischen C-Atom stattfinden, also keine Loslösung der Bindung an dem letzteren stattfindet, z. B. im Typus

$$\text{d}-\frac{R_1}{R_2}\!>\!C\!<\!\frac{O-H}{H} \rightarrow \frac{R_1}{R_2}\!>\!C\!<\!\frac{O-X}{H} \rightarrow \text{l}-\frac{R_1}{R_2}\!>\!C\!<\!\frac{H}{O-H}.$$

Daß ein Wechsel der Drehung auch eintreten kann, wenn keine Substitution am asymmetrischen C-Atom, sondern nur ein *Wechsel der Polarität* an einer Gruppe vorgenommen wird, zeigten LEVENE und MISKA[3]), z. B.

$$[\text{l}-C_6H_{13}\cdot CH(OH)CH_3 \rightarrow \text{d}-C_6H_{13}\cdot CH(Br)CH_3 \rightarrow]$$

$$\text{l}-\frac{C_6H_{13}}{H}\!>\!C\!<\!\frac{SH}{CH_3} \rightarrow \text{d}-\frac{C_6H_{13}}{H}\!>\!C\!<\!\frac{SO_3H}{CH_3}.$$

Schließlich sind noch die Versuche von S. FRÄNKEL und K. GALLIA[4]) zu erwähnen, aus denen hervorzugehen scheint, daß auch *durch Fermente* eine Waldensche Umkehrung bewirkt werden kann (ein solches Ferment nennen die Autoren „Waldenase"), z. B.:

$$\text{l-Tyrosin} \xrightarrow{(\text{„Waldenase"})} \text{d-Tyrosin}.$$

Aus diesen wenigen Beispielen dürfte wohl ersichtlich sein, wie mannigfach die Äußerungsbedingungen dieser W.-Umkehrung sind und wie sie, einem Damoklesschwert vergleichbar, über dem Haupte des Chemikers bei seinen Spekulationen über die Konfiguration der Molekeln schwebt!

Charakteristisch ist auch, daß EMIL FISCHER, der beste Kenner dieser Probleme, „bei allen *Konfigurationsbestimmungen das Schreckgespenst der Waldenschen Umkehrung ins Auge faßte*" (K. HOESCH, EMIL FISCHER, S. 355). Und für die Kompliziertheit des Vorganges spricht es, daß dieser siegreiche Meister und Bezwinger im Reiche der organischen Chemie trotz der eigenen glänzenden experimentellen (zumeist gemeinsam mit H. SCHEIBLER ausgeführten) Untersuchungen seine Bemühungen nach einer Erklärung der Waldenschen Umkehrung in ein „Ignoramus" ausklingen lassen mußte, d. h. „. . . *Vollzieht sich am asymmetrischen Kohlenstoff ein Substitutionsaustausch, so wissen wir nicht, zu welcher sterischen Anordnung er führen wird.*" (HOESCH, l. c. 430).

h) Die Frage der *Konfigurationsbestimmung* und der Bezeichnung *sterischer Reihen* wird nun wesentlich erschwert durch die Waldensche Umkehrung. An diesem Komplex von Problemen, z. B. in der Reihe der Übergänge von der Glucose über Wein-, Äpfel-, Glycerin- bis zur Milchsäure hat, nachdem E. FISCHER die Raumformel der l-Weinsäure festgelegt hatte (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. **29**, 1377. 1896), insbesondere K. FREUDENBERG (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. **47**, 2027. 1914; **55**, 1339; **56**, 195. 1921; 1922) gearbeitet, während A. WOHL (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. **47**, 3346; **50**, 455; **55**, 1404. 1922) vom Glycerinaldehyd zur l-Glycerinsäure, bzw. von d-Glycerinaldehyd zu l-Weinsäure gelangte. Regelmäßigkeiten im Drehungsvermögen legten C. S. HUDSON, P. A. LEVENE sowie G. W. CLOUGH (Journ. of the Lond. chem. soc. **113**, 526. 1918) den Konfigurationsbestimmungen zugrunde. Für die physiologisch so wichtigen Aminosäuren hatte selbst der Meister der stereochemischen Forschung, E. FISCHER, die Bemühungen zur Ermittlung der sterischen Anordnung aufgeben müssen, da die W.-Umkehr hier störend dazwischentrat (Liebigs Ann. d. Chem. **381**, 125ff. 1911). Auch CLOUGH (l. c.) hatte die konfigurativen Beziehungen zwischen α-Oxy-, α-Amino- und α-Halogensäuren aufzuhellen versucht. Doch noch jüngst nahm K. FREUDENBERG (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. **57**, 1547. 1924) eine erneute Untersuchung vor und wies nach, daß mit Bezug auf die Waldensche Umkehrung die Einwirkung von salpetriger Säure auf Alanin, Serin und Asparaginsäure ohne Umlagerung verläuft. (Vergl. a. ib. **58**, 148. 1925).

Grundsätze zur *Bezeichnung* (Benennung) von aktiven Substanzen gaben z. B. E. FISCHER (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. **40**, 1058), A. WOHL und K. FREUDENBERG (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. **56**, 309. 1923), P. KARRER (Helv. Chim. Acta **2**, 436. 1919).

(Schluß folgt.)

[1]) G. SENTER und H. D. K. DREW, Journ. of the Lond. chem. soc. **107**, 638, 908. 1915; **109**, 1091. 1916; s. a. S. und TUCKER, ib. **113**, 140. 1918; S. und WARD, ib. **125**, 2137. 1924.

[2]) H. PHILLIPS, Journ. of the Lond. chem. soc. **123**, 44. 1923.

[3]) LEVENE und MIKESKA, Chem. Zentralbl. **1**, 124 u. 2240; **2**, 1172. 1924.

[4]) S. FRÄNKEL und K. GALLIA, Biochem. Zeitschr. **134**, 308. 1922.

Die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen und die elastischen Konstanten in den obersten Erdschichten.

Von B. GUTENBERG, Darmstadt.

Die Frage nach dem Aufbau der obersten Erdschichten hat in dem letzten Jahrzehnt nach verschiedenen Richtungen Anlaß zu experimentellen und theoretischen Untersuchungen gegeben. Während man einmal dem Verhalten der Körper unter sehr hohen Drucken und bei steigenden Temperaturen erhöhtes Interesse zuwandte, erwies sich andererseits die Kenntnis der Geschwindigkeiten v der longitudinalen und $\mathfrak{v}$ der transversalen Erdbebenwellen in den obersten Erdschichten als besonders wichtig, da diese beiden Größen mit der Dichte δ, dem Koeffizient k der Inkompressibilität und dem Righeitskoeffizienten μ (= Torsionsmodul, Righeit = Widerstandsfähigkeit gegenüber Formveränderungen) durch folgende einfache Beziehungen verbunden sind:

$$(1) \qquad v^2 = \frac{k + \frac{4}{3}\mu}{\delta} \qquad \mathfrak{v}^2 = \frac{\mu}{\delta} \qquad \text{oder:}$$

$$(2) \qquad \mu = \delta\,\mathfrak{v}^2 \qquad k = \delta\,v^2 - \frac{4}{3}\mu = \delta\left(v^2 - \frac{4}{3}\mathfrak{v}^2\right)$$

Durch Extrapolation der Laufzeitkurven [= Kurven, welche die Eintrittszeit bzw. Zeit, welche seit Bebenbeginn verflossen ist (Laufzeit), als Funktion der Herdentfernung (auf der Erdoberfläche gemessen) darstellen] war K. ZOEPPRITZ (1) zu den Werten $v_0 = 7{,}1$ km/sec, $\mathfrak{v}_0 = 4{,}0$ km/sec für die Erdoberfläche gelangt, die bis in die letzten Jahre hinein vorwiegend benutzt wurden, obwohl bereits 1909 A. MOHOROVIČIĆ (2) festgestellt hatte, daß in nächster Nähe des Herdes *zwei* longitudinale Einsätze P und $\overline{P}$ existieren, von denen der eine, $\overline{P}$, wie die weiteren Untersuchungen (2, 4, 11) gezeigt haben, mit großer Intensität bis mehrere hundert Kilometer vom Herd zu verfolgen ist, während der zweite, P, in etwa 150 km Herddistanz (abhängig von der Herdtiefe ,vgl. 5) gleichzeitig mit $\overline{P}$ und bei wachsender Entfernung immer früher vor $\overline{P}$ auftritt und später zunächst den einzigen longitudinalen Einsatz bildet. P ist bedeutend schwächer als $\overline{P}$. A. MOHOROVIČIĆ gab auch bereits die richtige Erklärung: In etwa 55 km Tiefe springen die Wellengeschwindigkeiten v und $\mathfrak{v}$ in Europa auf wesentlich höhere Werte. $\overline{P}$ stellt die Longitudinalwelle dar, welche nur in der obersten Schicht direkt vom Herd zur Station gelaufen ist, während P auch die tiefere Schicht passiert hat, wobei zweimalige Brechung stattfand, so daß in gewissen Herddistanzen (je nach der Herdtiefe zwischen 60—120 km und 325—650 km; vgl. 5) sowohl P wie $\overline{P}$ zur Beobachtung gelangen (genaueres z. B. in 6). Ganz analoges gilt für die Transversalwellen S und $\overline{S}$, außerdem hat A. MOHOROVIČIĆ (7) Laufzeitkurven für 12 verschiedene Wellengruppen berechnet. Die große Zahl erklärt sich dadurch, daß nicht nur an der Erdoberfläche bei jedem Auftreffen einer Welle eine longitudinale *und* eine transversale reflektiert werden, sondern daß auch *jede* auf die Unstetigkeitsfläche in 55 km Tiefe auftreffende Welle zu je einer longitudinalen und transversalen gebrochenen *und* zwei entsprechenden reflektierten Wellen Veranlassung gibt, sofern der Grenzwinkel der totalen Reflexion nicht überschritten wird.

Um die Geschwindigkeiten der Wellen in den obersten Erdschichten zu untersuchen, dürfen wir also nicht die Laufzeitkurven für P bzw. S benutzen, sondern wir müssen von $\overline{P}$ und $\overline{S}$ ausgehen. Hierbei ergaben sich nun wesentlich kleinere Werte, und zwar für v_0 zwischen 5,1 und 5,7 km/sec (2, 3, 4, 9—12), für $\mathfrak{v}_0$ zwischen 3,0 und 3,3 km/sec. [Merkwürdigerweise ergaben sich aus Messungen bei künstlichen Sprengungen etwas kleinere Werte für v_0 und zwar 4,7 bzw. 4,8 und 5,0 km/sec (13—15), doch sind hier außer lokalen Einflüssen vielleicht kleine Zeitungenauigkeiten (0,3 Sek. bei 15 km Distanz) schuld, vielleicht ist auch der Beginn der Einsätze, die meist gerade an der Grenze der Sichtbarkeit liegen, zu schwach gewesen.]

Die beste Gelegenheit zur Bestimmung der Wellengeschwindigkeiten v_0 und $\mathfrak{v}_0$ boten die Aufzeichnungen der Explosion von Oppau, die auch vielfach (z. B. 3, 5, 10, 12) hierzu benutzt wurden. Leider waren die Koordinaten des Ausgangspunktes meist nicht ganz genau, bis C. ZEISSIG (3) nach Anfrage die Werte $\varphi = 49°\,31'9''$, $\lambda = 8°\,23'7^1/_2''$ angeben konnte, und außerdem fehlten den seitherigen Untersuchungen entweder gerade die herdnächsten oder die weitesten Stationen, so daß eine kleine Neubearbeitung vorgenommen wurde (12a). Die Bedeutung der Beobachtungen liegt darin, daß wir eine Erschütterung haben, deren Herd und Herdtiefe genau bekannt ist, und deren Intensität so groß war, daß die Wellen $\overline{P}$ und $\overline{S}$ noch in 364 km Herddistanz aufgezeichnet wurden. In größeren Entfernungen (Hamburg, Eskdalemuir, Jena, Wien) waren diese nicht feststellbar. Es ergaben sich in guter Übereinstimmung mit den früheren Untersuchungen die in Tabelle 1 angegebenen Werte als die wahrscheinlichsten.

Tabelle 1.
Geschwindigkeit der Erdbebenwellen.

Geschwindigkeit der	An der Erdoberfläche	Oberhalb 57 km Tiefe in Europa
Longitudinalwellen . . .	$v_0 = 5{,}54$ km/sec.	$v_{57} = 5^3/_4$ km/sec. $(\pm \frac{1}{4})$
Transversalwellen . . .	$\mathfrak{v}_0 = 3{,}2$ km/sec.	$\mathfrak{v}_{57} = 3^1/_3$ km/sec. $(\pm \frac{1}{4})$

Die Geschwindigkeit der Wellen unterhalb 57 km Tiefe läßt sich aus den Eintrittszeiten von P und S sehr genau finden (5). Es ist

$$(3) \qquad \frac{r_0}{r_0 - d} \cdot v_u = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{t_2 - t_1}$$

wo r_0 = Erdradius, d = Tiefe der brechenden Schicht (57 km in Europa), v_u die gesuchte Geschwindigkeit unterhalb d, t_2 und t_1 die Eintrittszeiten zweier P- bzw. S-Wellen in den Entfernungen Δ_2 und Δ_1 nicht allzuweit vom Herd sind. Leider wurden bei der Oppauexplosion keine P- und S-Wellen beobachtet, wenn der unsichere Einsatz um 7 Uhr 32 Min. 58 Sek. in Göttingen keine P-Welle ist. Dafür liegen aber zahlreiche Beobachtungen an anderen Beben vor, und es ergab sich $v_u = 7{,}9-8{,}0$ km/sec, $\mathfrak{v}_2 = 4{,}3 \pm 0{,}2$ km/sec (5). Der gleiche Wert ergibt sich auch etwa, wenn man ca. 30 Beobachtungen zwischen $\Delta = 300$ und $\Delta = 1500$ km verwertet, die A. MOHOROVIČIĆ an verschiedenen Stellen angegeben hat.

Infolge der Herdtiefe 0 sind außer $\overline{P}$ und $\overline{S}$ kaum Welleneinsätze feststellbar, da die an der unteren Schicht *reflektierten* Wellen bei kleinen Herdtiefen spät eintreffen, die Wellen, die durch die tiefere Schicht laufen aber erst in verhältnismäßig großen Distanzen

beginnen. Immerhin konnten einige Wellen der ersten Gruppe beobachtet werden; sie fallen innerhalb $\pm$ 3 sec auf die berechneten Kurven. Viel ausgeprägter zeigten sie sich bei den süddeutschen Beben, deren Einsätze von mir bereits 1914 (4) abgelesen wurden, während mir A. MOHOROVIČIĆ, dessen Forschungen wir auf diesem Gebiete außerordentlich viel verdanken, im Dezember 1924 mitteilte, daß etwa 90% der abgelesenen Werte innerhalb $\pm 1^s$ sich mit seinen berechneten Kurven (7) decken. Damit dürfte der Beweis geliefert sein, daß für Europa die angenommenen Geschwindigkeitswerte, die fast genau mit den zuerst von A. MOHOROVIČIĆ angegebenen Werten (2) übereinstimmen (für v 5,55 km/sec an der Oberfläche, in 60 km Tiefe Sprung von $5^3/_4$ auf 8 km/sec, analog für $\mathfrak{v}$ 3,2 bzw. Sprung von $3^1/_3$ auf 4,3 km/sec), zutreffen.

Schwieriger gestalten sich die Untersuchungen für andere Erdteile. Die Aufzeichnungen des Japanbebens vom 1. September 1923 weisen zwar auf ähnliche Verhältnisse hin (16), wie wir sie in Europa gefunden haben, doch läßt sich gleiche Genauigkeit wie hier nicht erzielen, da die Beobachtungen zu ungenau sind. Auch für die pazifische Küste Nordamerikas scheinen im wesentlichen die Verhältnisse ähnlich zu liegen, jedenfalls fand dort J. B. MACELWANE (17) innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit die gleichen Laufzeitkurven wie der Verfasser für Süddeutschland. Dagegen stellte G. ANGENHEISTER (18) fest, daß die Wellen bei Apia wesentlich schneller laufen, und ich wies darauf hin, daß (19) in den Nahbebenaufzeichnungen von Apia alle Wellen, die auf das Vorhandensein einer Unstetigkeitsschicht hinweisen, zu fehlen scheinen. Dieses Ergebnis konnte ich dann auf ganz anderem Wege bestätigen. Sofern die Geschwindigkeit der Transversalwellen mit der Tiefe stetig oder sprungweise zunimmt, müssen quer zur Fortpflanzungsrichtung schwingende Oberflächenwellen sich mit um so größerer Geschwindigkeit fortpflanzen, je größer ihre Periode ist („normale Dispersion"), und zwar hängen diese beiden je nach der Art der Geschwindigkeitszunahme verschieden zusammen, so daß man umgekehrt aus der Beobachtung der Geschwindigkeit der Oberflächenwellen mit verschiedenen Perioden Schlüsse auf die Geschwindigkeitsverteilung der Transversalwellen bzw. das Vorhandensein einer abgegrenzten Schicht und deren Dicke ziehen kann. Es ergaben sich unter Zusammenfassung aller Beobachtungsmethoden die in Tabelle 2 angegebenen Werte als wahrscheinlichste Größen. Hiernach hätten wir anzunehmen, daß im pazifischen Ozean das eigentliche Material des in 1200 km Tiefe beginnenden Mantels der Erde bis zur Oberfläche aufragt, während in den Kontinenten und auch im atlantischen Ozean Schichten mit wechselnder Dicke aufgelagert sind. Die Tatsache, daß die Oberflächenwellen der Erdbeben die Grenzen des atlantischen Ozeans störungslos überschreiten (19) beim Verlauf über die Grenzen des Pazifik jedoch beträchtlich geschwächt werden (infolge von Brechungen und Reflexionen an den Rändern der aufgelagerten Blöcke), spricht für unsere Ergebnisse. Auch mit der Theorie der Isostasie läßt sich Übereinstimmung erzielen. Die Dichte der einzelnen Teile der Erdoberfläche, die sich ergibt (19), entspricht fast genau den Werten, die H. S. WASHINGTON (20) auf ganz anderem Wege gefunden hatte. Aus der Dichte und den Geschwindigkeiten der Erdbebenwellen lassen sich leicht nach den Gleichungen (2) die elastischen Konstanten in der Erdkruste berechnen (vgl. Tabelle 3).

Durch die neueren Untersuchungen über den Inkompressibilitätskoeffizienten („bulk modulus"), bei hohem Druck (21, 22, 23) lassen sich unter Vernachlässigung der Temperaturwirkung Vergleiche zwischen den für das Erdinnere berechneten und den aus den Beobachtungen im Laboratorium gewonnenen Werten ziehen. In Tabelle 4 ist eine Reihe von Werten unter Extrapolation von Beobachtungen unter 12 000 Atm. Druck auf ca. 15 000 Atm. zusammengestellt. Nach Ansicht der Geologie wird die oberste „*Sial*"-Schicht (*Si*licium, *Al*uminium) der Kontinente in ihrer Zusammensetzung durch den Granit charakterisiert. Wie man aus dem Vergleich der Tabellen 3 und 4 ersieht, stimmen für beide sowohl die Dichte wie der Kompressibilitätsfaktor überein. Nicht so leicht ist die Identifizierung der darunter liegenden „*Sima*"-Schicht (*Si*licium, *Ma*gnesium), die nach unseren Ergebnissen im Pazifischen Ozean bis zur Oberfläche reicht, was übrigens schon R. A. DALY (24) früher aus petrographischen Untersuchungen geschlossen hatte. Jedenfalls stimmen unsere Ergebnisse auch der Größenordnung nach zu denen der Geologen, soweit Messungen der Kompressibilitätsfaktoren vorliegen. V. M. GOLDSCHMIDT (25) nahm als Aufbaumaterial Eklogite an, während WILLIAMSON und ADAMS (26) peridotit- oder pyroxenitartige Gesteine vermuteten. Je weiter wir mit unseren Kenntnissen über die tieferen Schichten

Tabelle 2.

	Schichtdicke d in km	v longitudinal km/sec			$\mathfrak{v}$ transversal km/sec		
		Oberfl.	oberh. d	unterh. d	Oberfl.	oberh. d	unterh. d
Eurasien	55—60	5,55	$5^3/_4$	8,0	3,2	$3^1/_3$	4,4
Amerika	ca. 50	5,55	$5^3/_4$	8,0	3,2	$3^1/_3$	4,4
Atlantik u. Arktik .	ca. 25	ca. $5^1/_2$?	$5^3/_4$?	ca. $7^1/_2$—8	$3^1/_4$	$3^1/_3$	$4^1/_4$
Pazifik	$<$ 10	ca. 7	in 60 km Tiefe: 8,0		ca. $3^3/_4$	in 60 km Tiefe: 4,4	

Tabelle 3.

Die elastischen Konstanten in der Erdkruste.

Dichte δ, Righeitskoeffizient μ und Koeffizient k der Inkompressibilität [C.G.S.).

Tiefe km	Eurasien u. Amerika δ	μ (*ca.*)	k (*ca.*)	Atlantik δ	μ (*ca.*)	k (*ca.*)	Pazifik δ	μ (*ca.*)	k (*ca.*)
0	2,8	$2,8 \times 10^{11}$	$4^3/_4 \times 10^{11}$	2,9	$2,9 \times 10^{11}$	$4^3/_4 \times 10^{11}$	3,1	$4^1/_2 \times 10^{11}$	9×10^{11}
20	2,8	3,1	5	2,9	3,1	$5^1/_4$	3,1	5	10
40	2,9	3,3	5	3,1	$5^1/_2$	11	3,1	$5^1/_2$	11
50	2,9	3,4	$5^1/_3$	3,1	6	$11^1/_2$	3,1	6	$11^1/_2$
60	3,2	$6^1/_4$	12	3,2	$6^1/_4$	12	3,2	$6^1/_4$	12

Tabelle 4.

Tiefe km	Druck Atm	Dichte (ca) von Quarz	Granit	Basalt	Pyroxenit	Gabbro	Inkompressibilitätskoeff. k (ca.) von (alles $\times 10^{11}$, in Dyn/cm²). Quarz	Granit	Basalt	Diabas	Gabbro
0	1	2,5—2,8	2,5—3,1	2,4—3,2	3,0—3,4	3,0—3,4	3—4	$2^1/_2$—$4^1/_2$	4—5	?	5—$7^1/_2$
20	5500						4,0	5,1	5,9	8	8,4
40	11000	↓	↓	↓	↓	↓	4,4	5,6	6,7	8	8,6
60	16500	2,6—2,9	2,6—3,2	2,5—3,3	3,0—3 4	3,0—3,4	(4,8)	(6,1)	(7,4)	(8)	(9)
		Dunit	Marmor		Eklogit	Diamant	Pyroxenit	Dunit	Marmor		Diamant
0	1	3,2—3,4	2,5—2,9		$3^1/_2$—4	3,5	?	?	7		56
20	5500						9,7	10,8	7		56
40	11000	↓	↓			↓	9,7	10,8	7		56
60	16500	3,2—3,5	2,6—3,6			3,5	(10)	(11)	(7)		(56)

(Eingeklammerte Werte sind extrapoliert.) Alle Werte sind für verschiedene Stücke des gleichen Gesteins bzw. Minerals etwas verschieden, besonders k für Drucke unter 1000 Atm. (vgl. 23). — Angaben für Eklogit nach P. ESKOLA.

des Erdinnern vorzudringen versuchen, desto umfangreicheres Material und desto mehr Naturerscheinungen müssen hinzugenommen werden; ein eingehenderer Überblick über das ganze Gebiet soll an anderer Stelle (27) gegeben werden. Jedenfalls sehen wir, daß die Brücke zwischen der Geophysik und der Geologie bzw. Mineralphysik hier bereits auf recht sicherem Fundament steht, und die von beiden Seiten in Angriff genommenen Untersuchungen zu für die Zukunft viel versprechenden Übereinstimmungen geführt haben.

Literatur:

1. K. ZOEPPRITZ, Über Erdbebenwellen II. Gött. Nachr. 1907.
2. A. MOHOROVIČIĆ, Das Beben vom 8. Oktober 1910. Jahrb. d. meteorol. Observ. Zagreb für 1909.
3. C. ZEISSIG, Der erste Vorläufer bei Nahbeben. Vortrag Naturforschervers. Leipzig 1922.
4. B. GUTENBERG, Die mitteleuropäischen Beben vom 16. November 1911 und 20. Juli 1913, I. Zentralbüro d. int. seismol. Asoz., Straßburg 1915.
5. B. GUTENBERG, Zeitschr. f. angew. Geophysik 1, H. 3, S. 65. 1923.
6. B. GUTENBERG, Theorie der Erdbebenwellen in „Erdbebenkunde" von A. SIEBERG. Jena: Fischer 1923.
7. A. MOHOROVIČIĆ, Lt. brieflicher Mitteilung.
8. E. WIECHERT, Über Erdbebenwellen I. Gött. Nachr. 1907.
9. A. DE QUERVAIN, Jahresber. d. schweiz. Erdbebendienstes 1913, Anhang, Zürich.
10. O. HECKER, Veröffentl. Hauptstation für Erdbebenforschung. Jena 1922, H. 2, Jena: Fischer.
11. MOHOROVIČIĆ, S., Gerlands Beitr. z. Geophysik 14, 217. 1914.
12. D. WRINCH und H. JEFFREYS, M. N. R. A. S., Geophys. Supplt. 1, 15. 1923.

12a. B. GUTENBERG, Physikal. Zeitschr. (im Druck).

13. A. DE QUERVAIN, Jahresber. d. schweiz. Erdbebendienstes 1921, Anhang.
14. E. WIECHERT, Ein Seismometer mit $2^1/_2$-millionenfacher Vergrößerung. Vortrag a. d. Tag. d. Dtsch. Seismologen, Jena 1923.
15. E. WIECHERT, Nach Vortrag von G. ANGENHEISTER, Innsbruck 1924.
16. Die Untersuchung ist noch nicht veröffentlicht.
17. J. B. MACELWANE, Bull. seismol. Soc. of Americ. 13, Nr. 2, S. 13. 1923.
18. G. ANGENHEISTER, Beobachtungen an pazifischen Beben. Gött. Nachr. 1921.
19. B. GUTENBERG, Physikal. Zeitschr. 25, 377—381. 1924.
20. H. S. WASHINGTON, Isostasie and rock density. Bull. geol. soc. of americ. 33, 375. 1922.
21. L. H. ADAMS, S. D. WILLIAMSON and J. JOHNSTON, The dertermination of the compressibility. Journ. americ. chem. soc. 41, 12. 1919.
22. E. D. WILLIAMSON, Change of physical properties. Journ. Franklin Inst. 193, 491—513. 1922.
23. L. H. ADAMS and E. D. WILLIAMSON, On the compressibility . . . Journ. Franklin Inst. 195, 475—529, April 1923.
24. R. A. DALY, Bull. geol. soc. of americ. 27, 325. 1916.
25. V. M. GOLDSCHMIDT, Naturwissenschaften 1922, H. 42.
26. E. D. WILLIAMSON und L. H. ADAMS, Journ. Washington acad. 13, 413. 1923.
27. B. GUTENBERG, Der Aufbau der Erde. Berlin: Gebr. Bornträger (im Druck).

Über die absolute Altersmessung radioaktiver Mineralien[1]).

Seitdem BOLTWOOD (1907) den Weg einer absoluten geologischen Altersbestimmung von Gesteinen aus dem Pb/U-Verhältnis in ihren radioaktiven Mineralbestandteilen gewiesen hatte, ergaben sich mannigfache Komplikationen dieses zunächst so einfach erscheinenden Verfahrens. R. C. WELLS hat in seiner „Bibliography of the literature dealing with the relation of radioactivity to geological problems" eine Zusammenfassung der bisherigen Arbeiten gegeben. Auch muß die von FAJANS zuerst ausgesprochene Möglichkeit im

[1]) H. V. ELLSWORTH, Radioactive Minerals as geological age indicators. Americ. journ. of science [5] 9, 127—144. 1925.

Schon zu wiederholten Malen ist in dieser Zeitschrift der wichtige Gegenstand absoluter Altersbestimmung an radioaktiven Mineralien behandelt worden; so gab R. W. LAWSON (5, H. 26 u. 27, 1917) in seinem ausführlichen Aufsatz eine ausgezeichnete Übersicht älterer und eigener Methoden und Ergebnisse. Auch hat A. JOHNSEN (7, 667 f. 1919) den Gegenstand ausführlicher behandelt; ferner ist hier zu nennen der Aufsatz von G. KIRSCH (11, 372—380. 1923).

Auge behalten werden, daß selbst Pb_U und Pb_{Th} nicht Endstadium, sondern nur Durchgangsstufen sind, das Alter alsdann in Wirklichkeit noch größer sich ergeben müßte. Besonders beim Th-Blei ist nach den Untersuchungen von R. W. LAWSON (Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien IIa, **126**, H. 6. 1917) das rechnerisch bestimmte Alter auffallend geringer mit zunehmendem Th-Gehalt; LAWSON führte freilich diese Erscheinung auf eine sekundäre Bildung der betreffenden stark Th-haltigen Mineralien zurück. An 3 Uraniniten aus verschiedenen Vorkommen in Ontario, Kanada konnte nun Verf. im Gegensatz zu LAWSON auch an stark Th-haltigen Mineralien ein hohes geologisches Alter berechnen. Wenn auch die Frage nach der Natur des Pb_{Th} noch nicht eindeutig geklärt ist, so steht doch schon fest, daß Bi als weiteres Zerfallsprodukt des Pb_{Th} nicht in Frage kommen kann (wie das BOLTWOOD seinerzeit annahm); nach den neuen Atomgewichtsbestimmungen des Bi von HÖNIGSCHMIDT, CLASSEN und WEY (1920) paßt es auch nicht in die Zerfallsreihe ohne Annahme eines Bi 208,0.

JOLY nahm an, daß das aus dem Pb/U-Verhältnis errechnete Alter falsch sei und das aus Th-Mineralien abgeleitete besser übereinstimme mit den Berechnungen nach der Sedimentation, dem Salzgehalt des Meerwassers usw. Diese Ansicht erscheint aber durch die neueren zuverlässigeren Messungen und Bestimmungen an stark U-haltigen Mineralien doch widerlegt. Der Heliumgehalt der Mineralien wurde alsdann von HOLMES, STRUTT und JOLY zur Bestimmung des absoluten Alters herangezogen; die mit seiner Zugrundelegung berechneten Werte sind aber nur als Minimalwerte anzusehen, da He-Verluste durch Gasabgabe aus dem Mineral naturgemäß das Alter zu gering erscheinen lassen müssen. Nur in den wenig U, Th usw. enthaltenden Mineralien wir Zirkon, Orthit usw. sind diese He-Verluste wohl klein genug, um annähernd die richtigen Zahlen zu ergeben.

All diesen Altersbestimmungen liegt die Annahme zugrunde, daß *Druck und Temperatur* keinen irgendwie in Betracht kommenden Einfluß auf die radioaktiven Zerfallserscheinungen ausüben. Wir sind indessen darüber nur sehr lückenhaft unterrichtet; die Laboratoriumsversuche zur Erzeugung extrem hoher Drucke und Temperaturen (vgl. Sir CH. PARSONS, Journ. of inst. of met. **20**. 1918, hat bis 300 000 Atm. pro Quadratzoll und 17 000° C, J. A. ANDERSON, Astrophys. Journ. **51**. 1920, Explosionstemperaturen bis 20 000° gemessen) sind zu ungenügend, um einen Einfluß auf das radioaktive Zerfallsgleichgewicht herbeizuführen. Sv. ARRHENIUS (Das Werden der Welten, 1907) stellte umfassende Spekulationen darüber an, daß vielleicht bei extremen Drucken eine Verlangsamung des Zerfalls, ja eine Rückbildung zu U und Th stattfinden könne.

Schwankend sind auch die Angaben über die *Zahl der von 1 g Ra pro Sek. abgegebenen α-Teilchen* (RUTHERFORD-GEIGER und HESS-LAWSON) sowie über das Ra/U-Verhältnis im Zerfallsgleichgewicht, welche als Grundlagen der Altersberechnung verwendet werden. Die Differenzen sind sogar so bedeutend, daß z. B. bei dem präkambrischen Uraninit von Parry Sound, Ontario, sich Unterschiede bis 150 Millionen Jahre absolut ergeben. Die gewöhnlich benutzte Formel $t = \frac{Pb}{U + 0{,}384\,Th} \cdot 7900$ (oder 8300) $\cdot\, 10^6$ Jahre verwendet ELLSWORTH in der Form $t = 6{,}04 \cdot 10^{11}$ ($\log U_0 - \log U_t$), worin U_0 die ursprünglich vorhandene Uranmenge, U_t die zur Zeit t vorhandene, vermehrt um das U-Äquivalent von Th bedeutet. U_0 erhält man durch Summierung des vorhandenen U mit dem Pb-Gehalt × 1,1563 sowie mit dem U-Äquivalent des Th (Th × 0,384).

Am schwierigsten ist aber wohl der Umstand zu klären, daß auch erwogen werden muß, ob nicht zur Zeit der Bildung des Minerals Ra und andere „kurzlebige“ Radioelemente mit in es eingetreten sind, welche schneller Pb liefern konnten, und ob es nicht von vornherein Pb enthielt. Hier hat das vergleichende Studium der verschiedenen Arten radioaktiver Mineralien von gleichen und verschiedenen Fundorten einzusetzen. Besonders Untersuchungen über die *Isomorphiebeziehungen* sind für die Entscheidung der Frage wichtig, ob Pb theoretisch als primärer Bestandteil solcher Mineralien vorkommen kann. Die röntgenographische Untersuchung von V. M. GOLDSCHMIDT und L. THOMASSEN (Vidensk. Selsk. Skrift., Mat.-naturw. Kl. 1923, Nr. 2) über die Struktur von Uraninit und Thorianit als isomorphe Gemenge von UO_2, ThO_2, CeO_2 und PbO_2 hat hier eine besonders große Bedeutung. Nur ist noch immerhin fraglich, ob PbO_2 wirklich in radioaktiven Mineralien vorkommt.

G. KIRSCH (Sitzungsber. d. Wien. Akad. IIa **131**, H. 9. 1922) schloß in speziellen Fällen die Anwesenheit von gewöhnlichem Pb schon zur Zeit der Bildung der Mineralien aus den Abweichungen des experimentell bestimmten Atomgewichts des vorgefundenen Bleies von dem aus dem U-Th-Gehalt berechneten. Mineralogisch ist freilich geltend zu machen, daß *Pb in pegmatitischen gesteinsbildenden Mineralien ein so gänzlich fremdartiges Element ist, daß es als wirklich ursprünglicher Bestandteil radioaktiver Mineralien unter ihnen überaus unwahrscheinlich ist.* Verf. untersuchte eine große Menge kanadischer Pegmatite, ohne in ihnen (außer den radioaktiven Mineralien selbst) irgendeines mit Pb-Gehalt gefunden zu haben (während der Korrektur erwähnt Verf. nur einen Bleiglanz mit Magnetkies und Pyrit von der MacDonald Mine von Hybla, Ontario). Der hohe H_2O-, SiO_2- und UO_3-Gehalt (gegenüber UO_2) ist ein Zeichen der *sekundären Veränderung* in diesen radioaktiven Mineralien; eine solche konnte aber auch den U-Th-Gehalt in ihnen durch Auslaugung und Stofftransport verändern, so daß der von G. KIRSCH beobachtete und auf ursprünglichen Pb-Gehalt zurückgeführte Effekt durch diese Faktoren ebenfalls erreicht werden kann. Nur ganz frische radioaktive Mineralien könnten demnach für absolute Altersbestimmungen hinreichend genügen.

Höchst interessant ist in diesem Zusammenhang auch eine privatbriefliche Mitteilung von Sir RUTHERFORD an den Verf., daß vielleicht die Radioaktivität des U der Anwesenheit eines Isotopen zuzuschreiben ist, welche nur einen Bruchteil des Ganzen ausmachte. G. KIRSCH vermutete ähnliches in einem „Thorium-Uran“ vom Atomgewicht 236,1 (ein U-Isotopes) und einer Periode von 10^8 Jahren. Die konstante Anwesenheit von Th und auch von seltenen Erden in allen älteren Uraniniten könnte dafür sprechen. Es ist zu erwarten, daß die Forschungen von ASTON über die Isotopen auch hier Klärung schaffen werden.

Zurückgreifend auf das schwierige Problem des primären Pb-Gehalts in radioaktiven Mineralien stellte ELLSWORTH zunächst Betrachtungen auf über die Natur der Zersetzungsvorgänge in den UO_2-haltigen Mineralien. Vor allen Dingen erscheint die *Auto-Oxydation* des UO_2-Gehaltes z. T. zu UO_3 wesentlich, welche durch das Freiwerden von Sauerstoffatomen in statu nascendi infolge des radioaktiven Zerfalls von U und Th eingeleitet

wird: $UO_2 + O \rightarrow UO_3$; $3 UO_2 + 2O \rightarrow U_3O_8$. Auch das Uran der höheren Stufe zerfällt, und neuer Sauerstoff wird frei. Die weitere Betrachtung des komplizierten Vorgangs zeigt jedenfalls, daß *ein Teil des als Endprodukt der Zerfallsreihe auftretenden Pb in metallisch-elementarem Zustande verbleibt*, was ELLSWORTH in der Tat an Uraniniten von Parry Sound und Butt Township bestätigt fand. Diese Theorie der Auto-Oxydation erklärt vor allem auch die so merkwürdigen Schwankungen im UO_2-UO_3-Gehalt der Uraninite (vgl. HILLEBRAND, Bull. U. S. Geol. Surv. 1891, Nr. 78); auch die Abwesenheit von O_2 in den in ihnen okkludierten Gasen findet so eine einfache Klarstellung. Die von V. M. GOLDSCHMIDT und L. THOMASSEN (s. o.) vertretene Ansicht, daß PbO_2 ein Bestandteil der Uraninite sei, bestätigt sich nicht nach dem Ergebnis von Oxydationsversuchen an solchen von Ontario.

Analytisch läßt sich keine große Genauigkeit der Pb-, U- und Th-Bestimmungen erwarten, wenn man von den üblichen $^1/_2$—1-g-Proben ausginge; bei Mineralien mit geringem U-Pb-Th-Gehalt sind solche von 5—100 g notwendig. Die analytische Genauigkeit ließe sich wohl besonders für diese Elemente durch Anwendung spezieller organischer Reagenzien, welche mit ihnen in Koordinationsverbindungen eingehen, bedeutend steigern (T. M. LOWRY, The use of coordination-compounds in analysis; Chemistry and Industry, 1923, 11. Mai). Besonders wünschenswert wäre es, wenn durch entsprechende Verfeinerung der Analyse neben den selteneren stark U-Th-haltigen Mineralien, wie Thorianit, Uraninit usw., auch die häufig vorkommenden schwach U-Th-haltigen, wie Zirkon, Orthit, Granat, Glimmer, Titanit, Turmalin, Magnetit zur Altersbestimmung herangezogen werden könnten; Orthit enthält z. B. immerhin oft 2—3% ThO_2. In diesen letzteren sind die primär gebildeten stärker radioaktiven Mineralien gewöhnlich als feine Einschlüsse enthalten. Euxenit und Orthit aus Pegmatiten lassen sich leicht in der erforderlichen Menge von ca. 100 g mechanisch aufbereiten; besonders letzteres Material ist erstaunlich verbreitet fast in jedem Pegmatitgang. Diejenigen von Ontario in Kanada sind insofern ganz besonders günstig für solche Untersuchungen, weil in ihnen bei identischem Bildungsalter an gleichen Vorkommen 2 und mehr primäre U-Th-Mineralien sich finden. Besonders gut erhalten sind die Mineralien von Parry Sound, so daß die nachstehend für sie gegebenen Altersbestimmungen ganz besonders verläßlich sind; weniger gut sind die von Butt Township, am wenigsten die von Cardiff Township.

I. Präkambrische Uraninite.

Fundort	UO_3	Pb	U	Th	$\frac{Pb}{U + 0{,}384\,Th}$	$t = (\log U_0 - \log U_t) \cdot 6{,}04 \cdot 10^{11}$
1. Villeneuve, Quebec . .	41,06	10,46	64,74	6,41	0,156	1189 Mill. Jahre
2. Parry Sound, Ontario; wenig zersetzt	26,32	10,83	69,19	2,83	0,154	1179 „ „
3. Desgl., zersetzte einzelne Krystalle. . . .	—	9,76	66,12	2,94	0,145	1115 „ „
4. Butt Township, Ontario; wenig zersetzt . .	33,42	9,82	66,02	1,08	0,148	1130 „ „
5. Butt Township, Ontario; zersetzter Einzelkrystall	—	9,62	64,24	0,71	0,149	1143 „ „
6. Cardiff Township, Ontario; stark zersetzt, mit sekundären Produkten	52,04	10,25	55,26	11,92	0,171	1299 „ „

II. Komplexe Mineralien aus dem Präkambrium der Hybla Mine, Ontario (vgl. T. L. WALKER, Univers. of Toronto Stud. 1923, Nr. 16).

III. Präkambrische Uraninite aus Norwegen (nach HILEBRANDS Analysen, U. S. Geol. Surv. Bull. 1891, Nr. 78).

IV. Uraninite, vermutlich aus oberem Devon (?) aus Connecticut (nach HILLEBRANDS Analysen, l. c.)

Fundort	UO_3	Pb	U	Th	$\frac{Pb}{U + 0{,}384\,Th}$	$t = 6{,}04 \cdot 10^{11} \cdot (\log U_0 - \log U_t)$
II. Hatchettolit (dunkel)	4,41	0,50	13,72	0,46	0,036	294 Mill. Jahre
Ellsworthit (dunkel)	10,68	0,38	16,31	n. best.	0,023	187 „ „
III. Annerod	30,56	8,39	66,18	5,27	0,123	956 „ „
Elvestad	25,34	9,34	65,85	7,45	0,136	1049 „ „
Skraatorp	31,93	8,82	65,33	7,89	0,129	999 „ „
Huggenaskilen . . .	35,52	8,78	67,80	5,79	0,125	973 „ „
Arendal	26,80	10,16	61,27	3,65	0,162	1235 „ „
Arendal (zersetzt). .	41,71	9,78	55,05	3,22	0,174	1316 „ „
IV. Branchville	21,54	4,03	75,00	6,09	0,052	475 „ „
Glastonbury	22,08	2,91	70,53	7,91	0,039	364 „ „

W. EITEL

Besprechungen.

NEWMAN, HORATIO HACKETT, **The Biologie of Twins.** The University of Chicago Science Series. Published March 1917. Second Impression Oct. 1924. 179 S. 13 × 19 cm. Preis 1,75 $.

Das Buch wendet sich an einen größeren Leserkreis, d. h. nicht nur an Entwicklungsphysiologen und Vererbungsforscher. Es befaßt sich mit der Zwillingsbildung bei Säugetieren und beschreibt in Kapitel 1 die verschiedenen Arten menschlicher Zwillinge (eineiige, zweieiige, Doppelbildungen) nach der Zusammenstellung von O. SCHULZE. Die Verhältnisse beim Menschen werden verglichen mit der Fortpflanzung und Vererbung beim Gürteltier (Dasypus novemcinctus), deren Besprechung den Kern des Buches bildet. Dasypus novemcinctus gebiert mit jedem Wurf 4 Junge, die ihren Ursprung aus einem Ei nehmen, also eineiige oder identische Zwillinge sind (Polyembryonie). Ökologie, Keimzellenbildung und besonders die Entwicklung wird eingehend beschrieben (Kapitel 2). Dabei ergeben sich außer der Polyembryonie noch einige Besonderheiten (Reversion der Eipolarität, gelegentliche Parthenogenese, Periode stark verlangsamter Entwicklung vor Festsetzung an der Uteruswand, Keimblattinversion). Kapitel 3 schildert die Entwicklung verschiedener anderer Gürteltierspezies und gibt eine phylogenetische Ableitung der Polyembryonie. Die Theorien zur Erklärung der Polyembryonie bei Dasypus werden in Kapitel 4 besprochen: Buddingtheorie, Blastotomie und Fissiontheorie; die letztere wird für die am meisten befriedigende gehalten. Nach ihr wird die ursprünglich einheitliche Keimblase physiologisch, nicht physikalisch, in 4 getrennte Anlagen gespalten, aus denen jeweils ein Embryo hervorgeht. Es erscheint wahrscheinlich, daß die 4 Anlagenbezirke in den durch die beiden ersten Furchen geschiedenen Quadranten sich bilden. Bei den Wiederkäuern (Kapitel 5) wird dem sog. Freemartin besondere Aufmerksamkeit zugewandt und die Theorie von LILLIE angenommen. Kapitel 6 betrachtet sehr allgemein die Zwillingsbildung im Zusammenhang mit verschiedenen Problemen (Determination und Differenzierung des Geschlechts und Erblichkeit der Zwillingsbildung). Die Determination des Geschlechts ist bei Dasypus eine zygotische, da die Individuen eines Wurfs stets gleichgeschlechtlich sind. Bei Tieren, die normalerweise Eingeburten aufweisen, verschiebt sich bei Mehrgeburten das Zahlenverhältnis zu Ungunsten der ♂♂. Die Zwillingsbildung ist bei Dasypus novemcinctus und hybridus sicher erblich festgelegt. Für das Rind und den Menschen ist es wohl wahrscheinlich, doch fehlen sichere Beweise. Wenn Erblichkeit überhaupt vorhanden, so müssen die mono- und dizygotische Zwillingsbildung in verschiedener Weise übertragen werden. Kapitel 7 befaßt sich mit Variation und Vererbung bei Zwillingen. Bei Dasypus lassen sich Vererbungsstudien nur am Panzer machen. Bekannt sind jeweils nur die Mutter und ihre Embryonen; Züchtungen sind nicht möglich. Es werden die Gesamtzahl der Schilder, die Zahl der Schilder in einem Ring und Doppelbildungen in den Ringen betrachtet. Bei den die Schilderzahl betreffenden Untersuchungen ergaben sich 4 Typen: 1. Alle Embryonen haben gleiche Schilderzahl wie die Mutter. 2. Alle Embryonen haben eine andere Schilderzahl als die Mutter, sind jedoch unter sich gleich. 3. Die mütterliche Zahl ist bei einem Teil des Wurfs vorhanden, in anderen nicht. 4. Alle Embryonen sind von der Mutter und auch unter sich verschieden. Die Schilderzahl kann zwischen links und rechts wechseln, nur auf der einen Seite oder nur in einzelnen Ringen der Mutter gleichen. Zur Erklärung der mosaikartigen Vererbung der Integumentcharaktere nimmt der Verf. eine somatische Aufspaltung derselben an. Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten zwischen der Mutter und ihren Embryonen ergibt rund 0,5. Die Kinder gleichen also ebenso sehr dem unbekannten Vater wie der bekannten Mutter; zwischen den Individuen eines Wurfs erhält man den Koeffizienten rund 0,91—0,92, diese sind also einander so ähnlich wie die beiden Hälften eines bilateral-symmetrischen Tieres. Bei der Vererbung von Doppelbändern ergibt sich eine Eigentümlichkeit. Es treten folgende Typen auf: 1. Mutter und Embryonen (alle oder nur ein Teil) zeigen Doppelbänder. 2. Die Mutter hat keine, doch die Embryonen haben Doppelbänder. 3. Weder Mutter noch Embryonen haben Doppelbänder. Die Doppelbänder werden vererbt, da sie stets bei den Embryonen doppelbändiger Mütter gefunden werden, jedoch nur bei 3% aller Tiere vorhanden sind. Nimmt man den Faktor für Doppelbandbildung als dominant, den entsprechenden für Nichtdoppelbandbildung als recessiv an, so fehlt unter den Befunden ein Typus 4, bei dem die Mütter Doppelbänder besitzen, die Kinder ohne Doppelbänder sein müßten! Denn eine heterozygote Mutter hätte in der Hälfte aller Fälle ein Ei mit recessivem Verdoppelungsfaktor bilden müssen, der mit einem entsprechendem Sperma befruchtet, normale Embryonen hervorgebracht hätte. Dies kann erklärt werden durch die Annahme, daß alle Eltern homozygot sind. Doch auch dabei entstehen ja heterozygote, befruchtete Eier, deren Abkömmlinge (4 aus einem Ei!) während der Furchung durch eine *differentielle Kernteilung* zu homozygoten (teils für den dominant, teils für den recessiven Faktor) werden sollen. Tatsächlich haben nicht stets alle Kinder eines Wurfs einer Mutter mit Doppelbändern solche aufzuweisen. Für die Regelung der Verdoppelung in den Schildern und Bändern werden mindestens 4 Faktoren verantwortlich gemacht. In den Embryonen von Dasypus finden sich auch spiegelbildliche Entwicklungen der Panzerabnormitäten, die durch 3 sich nacheinander geltend machende Symmetriesysteme, von denen jeweils das spätere das frühere aufzuheben sucht, bedingt sein sollen. (1. Die Symmetrie der primären Keimblase. 2. Die Symmetrie der Keimblasenhälften nach der ersten physiologischen Spaltung. 3. Die endgültige Symmetrie der Embryonen.) Bei den menschlichen Zwillingen werden hauptsächlich die Arbeiten von WILDER über Vererbung von Hand- und Fußflächenzeichnung besprochen. Die Ansicht WILDERS wird bestritten, daß man durch Studium monozygotischer Zwillinge den Einfluß äußerer Faktoren auf eine erblich festgelegte Eigenschaft ermitteln könne; denn die monozygotischen Zwillinge von Dasypus zeigen nicht nur kleine, sondern bedeutende Differenzen, ohne daß äußere Faktoren geltend gemacht werden können. Auch die Beobachtung der beiden Hälften bilateral-asymmetrisch gebauter Tiere ist nicht zur Lösung dieser Frage geeignet, da die beiden Hälften, wie bei Dasypus die Individuen eines Wurfs, infolge somatischer Aufspaltung nicht mehr den halben Faktorenbestand haben. Nach dem Verf. scheint es sicher, daß neben der Aufspaltung der Faktoren in der Reifeteilung noch differenzielle Teilungen, und zwar des Kerns, während der Furchung besteht. Verf. ist also Anhänger der ,,erbungleichen Kernteilung''. Die vielen Tatsachen, die gegen diese Ansicht sprechen,

werden überhaupt nicht erwähnt (Regeneration und Metaplasie, BOVERI: Ascaris, DRIESCH: Echinodermenversuche, SPEMANN: Tritonenversuche u. a.). Diese Frage hätte sich, meines Erachtens, sicher, ohne den Rahmen des Buches zu überschreiten, eingehender behandeln lassen, besonders wenn der Verf. in den ersten Kapiteln alte, unwesentliche Literatur knapper gefaßt hätte. O. MANGOLD, Berlin-Dahlem.

NEWMAN, HORATIO HACKETT, **The Physiologie of Twinning.** The University of Chicago Science Series 1922. X, 232 S. 13 × 19 cm. Preis 1,75 $.

Das Buch befaßt sich mit den Ursachen und Folgen der Zwillingsbildung, wobei unter Zwillingsbildung Mehrfachbildungen verstanden werden, die aus einem Ei bzw. einer Anlage ihren Ursprung nehmen. Es werden natürlich und experimentell erzeugte Zwillingsbildung bei Echinodermen, Würmern, Fischen, Vögeln, Amphibien, Reptilien, Armadillos und Menschen betrachtet, dazu Verdoppelung einzelner Organe (innere, Extremitäten, Schwanz,) und weiterhin Hemihypertrophie, Situs inversus und besondere Typen von Tumoren. Besonders eingehend sind die Teleostier, Armadillos und der Mensch behandelt.

Die Zwillingsbildung wird allgemein zurückgeführt auf eine Entwicklungshemmung, die eine bilateralsymmetrische Anlage vor, während oder nach ihrer Konstitution trifft. Dabei können statt einer Symmetrieachse mehrere entstehen und zur Bildung getrennter Individuen (seperate twins) führen. Wird jedoch die ursprüngliche Anlage nur teilweise gespalten, so entstehen Verdoppelungen (conjoined twins). Sehr selten können sie auch durch Verwachsung ursprünglich getrennter Individuen entstehen, haben dann aber stets (Ref.?) zwei vollständig getrennte Achsensysteme. Ob eine totale, hintere, vordere oder eine Extremitätenverdoppelung entsteht, hängt davon ab, wo sich im Moment der Entwicklungshemmung die für sie empfindliche Stelle am Embryo befindet. Die Concrescenztheorie wird in Übereinstimmung mit KOPSCH u. a. abgelehnt, ebenso die Knospungstheorie (budding theory, GEMILL, PATTERSON, STOCKARD), nach der die Keimscheibe als Stock zu betrachten ist, aus dem beliebig viele Individuen durch Knospung hervorgehen können. Den beiden Anschauungen wird die *Fission-Theorie* (Spaltungstheorie) gegenübergestellt. Nach ihr stellt der bilateral-symmetrische Organismus in gewissem Sinne ein Doppelindividuum dar, indem die beiden Individuen als symmetrische Hälften durch Korrelation den einheitlichen Organismus hervorbringen. Wird die Korrelation gestört, so entwickeln sich beide Hälften zu mehr oder weniger ganzen Individuen. Die verschiedene Größe der Individuen der Zwillingspaare wird schließlich auf eine Verschiedenheit der Entwicklungsintensität der beiden Hälften zurückgeführt, die sich im Maximalfall bis zur nahezu vollständigen Unterdrückung des schwächeren auswirken kann. Diese Differenz in der Entwicklungsintensität der beiden Hälften ist es auch, welche die normalen Asymmetrien bei den bilateral-symmetrischen Tieren veranlaßt. Die stärkere Hälfte unterdrückt, indem sie in gewissen Entwicklungsvorgängen der schwächeren vorauseilt, den entsprechenden Vorgang in dieser. Werden die Auswirkungen der Entwicklungsintensitäten irgendwie gestört, so kann die schwächere (rechte) Hälfte entweder neben der stärkeren zur vollen Entwicklung gelangen, wobei sich vollständige Symmetrie ergibt, oder die ursprünglich schwächere Hälfte bekommt die Überhand, dann erhalten wir Inversion. In ganz getrennten Zwillingen stellt sich die normale Struktur auch im schwächeren (rechten) wieder her, so daß beide normalen Situs bekommen. In teilweise getrennten Zwillingen kann die Regulation der normalen Struktur im schwächeren (rechten) Partner infolge des noch bestehenden Zusammenhangs mit der stärkeren Seite unterdrückt werden, dann erhalten wir Situs inversus. Diesem Gedankengang werden auch die normalen Extremitäten und deren Verdoppelungen bei der Regeneration und Transplantation eingeordnet. Die Symmetrieebene soll in der normalen Extremität zwischen dem Daumen und der übrigen Hand liegen und die Fingerseite die entwicklungsphysiologisch stärkere sein. Hier ergeben sich jedoch für die Theorie Schwierigkeiten, da sie Verdoppelungen, bei denen die Spiegelebene zwischen den stärkeren Seiten liegt, nicht erklären kann. In dem Schlußkapitel werden die Zwillingsbildungen den Fortpflanzungserscheinungen zugeordnet, für die eine neue Einteilung gegeben wird. Sie werden als cenogenetische Erscheinungen gedeutet, und der Gedanke, daß sie die verlorene asexuelle Phase im Generationswechsel der höheren Tiere darstellen (GEMMILL, STOCKARD), abgelehnt.

Das Buch ist mit weitem Horizont geschrieben. Es enthält viel gut geordnetes Tatsachenmaterial und in den meisten Kapiteln eine Übersicht über die verschiedenen Ansichten; zur Orientierung über die mit der Zwillingsbildung zusammenhängenden Fragen ist es sehr zu empfehlen. Doch fühlt man, daß es seine Basis in den vom Verf. selbst erforschten Entwicklungsvorgängen bei Armadillos und in den natürlich gegebenen Doppelbildungen hat. Bei einer Neuauflage scheint es mir, dem Entwicklungsmechaniker, wünschenswert, die experimentellen Forschungsergebnisse weitgehender zu berücksichtigen, wobei entwicklungsmechanische Gesichtspunkte, wie Polarität des Eies, Determination derMedianebene, prospektive Bedeutung und Potenz der Anlagebezirke, Regulationen, Organisationszentrum mehr in den Vordergrund treten bzw., da sie meist gar nicht erwähnt sind, diskutiert werden könnten. Dabei käme auch die Tatsache der Einheit des Organismus mehr zur Geltung. Es scheint mir sehr fraglich, ob die Spaltung stets in der Medianebene erfolgt. Für den weiteren Leserkreis, dem das Buch zugedacht ist, wäre es sicher von Interesse, an Hand des entwicklungsphysiologischen Materials auch mit dem begrifflichen Werkzeug des Entwicklungsmechanikers bekannt zu werden.

O. MANGOLD, Berlin-Dahlem.

WETTSTEIN, R., **Handbuch der systematischen Botanik.** 3. Auflage, II. Band. Wien: Franz Deuticke 1924. S. 465—1017, Abb. 320—653. 17 × 26 Zentimeter. Preis 23 Goldmark.

Dem ersten, im Jahrgang 1924, Heft 51 (S. 1195) dieser Zeitschrift angezeigten Teile des mit Recht geschätzten Handbuches ist nunmehr der zweite gefolgt, der, abgesehen von einem kleinen, die Gymnospermen abschließenden Abschnitt, in der Hauptsache die Behandlung der Angiospermen enthält. Daß auch hier überall die bessernde und ergänzende Hand zu bemerken und die neuere Literatur mit großer Sorgfalt gesammelt und in der Darstellung der einzelnen Formenkreise vom Verf. kritisch abwägend verarbeitet ist, bedarf kaum eines Hinweises und geht ja auch schon rein äußerlich aus der Vermehrung des Umfanges wie aus dem Anwachsen der Zahl der Abbildungen hervor. Es würde indessen zu weit führen, auf die vom Verf. vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen, von denen aus der allgemeinen morphologischen Übersicht z. B. die Übersicht über die verschiedenen Typen der Embryosackentwicklung hervorgehoben sei, im einzelnen näher einzugehen; dagegen dürfte

es des Interesses nicht entbehren, in Kürze die Stellungnahme des Verf.s zu den die neuere Systematik so stark bewegenden phylogenetischen Fragen, die sich insbesondere an die Ableitung der Angiospermen anknüpfen, zu kennzeichnen.

Den Versuch, die Angiospermen von den fossilen Bennettitinae abzuleiten, lehnt Verf. mit Recht ab, da die fragliche Gruppe eher das Endglied einer Entwicklung darstellt und jener Ableitungsversuch mit der Konstruktion vollkommen hypothetischer Zwischenformen arbeitet. Für die Polycarpicae (Ranales), die von einer Anzahl neuerer Autoren als dem mutmaßlichen Ursprung der Angiospermen am nächsten stehend angesehen werden, erscheint es dem Verf. als hinreichend, wenn sie entsprechend ihren relativ primitiven Merkmalen an den Anfang des Dialypetaleensystems gestellt werden; die auf Grund von serodiagnostischen Befunden von der Mezschen Schule angenommene Ableitung der Polycarpicae von den Coniferen lehnt Verf. demgemäß ab, weil die Annahme eines wirklichen Zusammenhangs ihm morphologisch unmöglich erscheint und er allgemein die Ergebnisse der serodiagnostischen Methode für um so unsicherer hält, je weiter zurück die genetischen Beziehungen zwischen heute lebenden Pflanzen liegen. Verf. vertritt auch jetzt noch die Ansicht, daß nach dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse die Monochlamydeen als jene Gruppe von Dicotyledonen anzusehen sind, welche den Übergang vom Typus der Gymnospermen zu jenem der Angiospermen vermitteln, und er begründet diese Anschauung durch eine mit der der vorigen Auflage im wesentlichen übereinstimmenden Darstellung seiner „Pseudanthienlehre", welche die Blüte in der Weise von einer Inflorescenz ableitet, daß als erstes Stadium der Entwicklung eine Umwandlung des männlichen Blütenstandes der Gymnospermen in männliche Einzelblüten angenommen und der Fruchtknoten der Angiospermen als aus dem Brakteenwirtel der weiblichen Inflorescenzen der höheren Gymnospermen hervorgegangen angesehen wird. Nach der Anschauung des Verf.s ist diese Ableitung sowohl morphologisch zulässig als auch ökologisch verständlich, indessen ist diese Auffassung nicht unbestritten geblieben, und es wäre vielleicht wünschenswert gewesen, wenn Verf. statt einer bloß kurzen Erwähnung eine nähere Auseinandersetzung mit den einschlägigen Ausführungen von KARSTEN (Zeitschr. f. Bot. **10.** 1918) beigefügt hätte, welch letzterer eine Ableitung der Blüte der Polycarpicae von Gnetum versucht. Im ganzen muß man wohl sagen, daß, von so entscheidender Wichtigkeit diese Frage auch ist, doch eine allseitig befriedigende schlüssige Antwort auf dieselbe heute noch nicht möglich ist; stellt man mit WETTSTEIN die Monochlamydeen an den Anfang des Angiospermensystems, so bleibt der mindestens relativ auch recht ursprüngliche Charakter der Polycarpicae und ihr phylogenetischer Zusammenhang in der Luft schwebend, und andererseits ist es auch wieder schwierig, die morphologisch so überaus einfachen Monochlamydeen, die sicher auch viele primitive Züge besitzen, als durch Reduktion stark abgeleitete Typen anzusehen.

Beim Aufbau des Systems tritt im übrigen die einigermaßen konservative Tendenz des Verf.s deutlich hervor; es liegt in der Natur seiner vorsichtig abwägenden Gedankengänge, daß die Antwort auf viele phylogenetischen Einzelfragen bei ihm wenig bestimmt lautet und er es nach dem heutigen Stande des Wissens nicht für möglich erachtet, ein fertiges phylogenetisches System aufzubauen; er zieht es deshalb vor, zunächst Stücke des phylogenetischen Systems durch Zusammenfassung verwandter Familien zu Reihen zu konstruieren und diese soweit als möglich nach entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkten zu ordnen. Für die praktischen Bedürfnisse, denen ein derartiges Handbuch dienen soll, dürfte ein derartiges, das Hypothetische möglichst ausschließendes Verfahren auch nur von Vorteil sein, zumal die reichhaltigen Literaturnachweise den Weg zu tieferem Eindringen in die Einzelfragen eröffnen. Die Monocotyledonen folgen erst hinter den Dicotyledonen; ihre Verknüpfung durch die Helobiae mit den Polycarpicae erscheint dem Verf. als ein gesichertes Ergebnis, wenn er auch nicht eine bestimmte Familie der letzteren als Vorläufer jener zu bezeichnen wagt; ein im eigentlichen Sinne polyphyletischer Ursprung der Monocotylen erscheint ihm unwahrscheinlich. Den Abschluß der systematischen Übersicht bildet eine kurze Zusammenstellung der Reihen der Angiospermen und ihrer mutmaßlichen genetischen Beziehungen. Das ausführliche Sach- und Namenregister trägt zu der praktischen Brauchbarkeit des Buches wesentlich bei. W. WANGERIN, Danzig-Langfuhr.

BROCKMANN-JEROSCH, H., **Die Vegetation der Schweiz.** Pflanzengeographische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 12. Erste Lieferung, S. 1—160, mit vielen Zeichnungen, Tabellen, Karten, Profilen und einer farbigen Regenkarte 1 : 600 000. Zürich: Rascher & Co. 1925. Preis 9 Frs.

Unter den Ländern Europas, in denen die pflanzengeographische Forschung in den letzten beiden Jahrzehnten zu besonderer Blüte gelangt ist und bedeutsame Erfolge erzielt hat, nimmt die Schweiz unstreitig einen der ersten Plätze ein. Dank der mit regem Eifer betriebenen Tätigkeit einer Anzahl von zumeist aus der Schule von C. SCHRÖTER hervorgegangenen Forschern ist hier eine größere Zahl, teils von Spezialmonographien einzelner Landesteile, teils von anderen Abhandlungen erschienen, die in ihrer Gesamtheit der Vielseitigkeit des Forschungsgebietes in vollem Umfange gerecht werden und wieder einmal den Beweis erbringen, daß auch in unserem alten Erdteil das Forschungsgebiet noch längst nicht erschöpft ist, daß vielmehr sich immer noch Ergebnisse erzielen lassen, die neben der vertieften Kenntnis der speziellen landeskundlichen Verhältnisse auch für die allgemeineren Probleme noch einen wesentlichen Gewinn bedeuten. So ist es, besonders auch in Anbetracht des Umstandes, daß die erwähnte zahlreiche Literatur naturgemäß einigermaßen zerstreut ist, mit großer Freude zu begrüßen, daß mit dem neuesten Hefte der von RÜBEL herausgegebenen Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme eine ausführliche, dem heutigen Stande entsprechende Gesamtdarstellung der Vegetationsverhältnisse der Schweiz zu erscheinen beginnt, und zwar aus der Feder von BROCKMANN-JEROSCH, dessen Name besonders durch eine Monographie des Puschlav und durch eine wertvolle, in der gleichen Sammlung erschienene Arbeit über „Baumgrenze und Klimacharakter" bekannt geworden ist. Die vorliegende erste Lieferung, der noch drei weitere folgen sollen, gelangt allerdings noch nicht bis zur Schilderung der Vegetation selbst, sondern sie ist ganz der Darstellung der klimatischen und edaphischen Grundlagen gewidmet, die ja die wichtigsten Komponenten des Standortes als des Inbegriffes aller auf den Pflanzenwuchs einwirkenden öcologischen Faktoren bedeuten. Aus dem ersten, den Boden behandelnden Hauptteil (S. 1—66) verdient vor allem die Tatsache hervorgehoben zu werden, daß Verf. mit Erfolg sich bemüht, die Grundsätze und Ergebnisse der neueren

Bodenkunde eingehend zu berücksichtigen, eine in pflanzengeographischen Werken bisher noch ziemlich seltene Erscheinung; da eine spezielle Bodenkunde der Schweiz noch nicht existiert, so hat Verf. hierbei sicher erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden gehabt. Er gibt in einem ersten Abschnitt zunächst eine kurze Einführung in die Bedingtheit der Bodenbildung durch die klimatischen Faktoren und eine Übersicht über die Bodenarten der Schweiz, während in einem zweiten Abschnitt Oberflächenformen und Bodenverhältnisse in ihrem Zusammenhang mit der Vegetation geschildert werden. Der zweite, dem Klima gewidmete Hauptteil beginnt mit der Darstellung der Niederschlagsverhältnisse, die im vorliegenden Heft noch nicht ganz bis zu Ende geführt ist. Die große Ausführlichkeit der Darstellung rechtfertigt sich ebensosehr aus der großen und in ihrem Zusammenhang besonders deutlichen Bedeutung dieser Verhältnisse für die Pflanzenwelt wie auch aus dem Umstande, daß es kein Land auf der ganzen Erde gibt, das bei einer so großen Vielgestaltigkeit seiner Oberfläche und zudem an einer kritischen Wetterscheide liegend ein so dichtes Netz von größtenteils auch schon über langjährige Beobachtungsreihen verfügende Beobachtungsstationen besitzt, wie die Schweiz, so daß, wenn auch das Material nicht völlig zu befriedigen vermag, etwas Ähnliches sich eben doch nirgends auf der ganzen Erde bietet und deshalb in erster Linie die Schweiz zum Entwerfen einer Regenkarte für ein vielgestaltiges Gebirgsland berufen erscheint. Eine solche vom Verf. gezeichnete, in Farbendruck ausgeführte ist nebst einer Anzahl von Niederschlagsdiagrammen und von Darstellungen der Niederschlagsverteilung auf verschiedenen durch das Land gelegten Profilen beigefügt. Nicht nur in rein klimatologischer Hinsicht, sondern auch für den Pflanzengeographen bieten diese auf umfassender Kenntnis und gründlicher Bearbeitung des Materials beruhenden Ausführungen des Verf.s viel Bemerkenswertes und Interessantes zeigen sie doch vor allem, daß die Schweiz ein Mosaik von einzelnen Klimagebieten umfaßt, die in ihrer Vielheit das Studium der Vegetation ebenso anziehend wie schwierig machen; besonders deutlich tritt dies bei der Behandlung der monatlichen Niederschläge und der geographischen Verbreitung der einzelnen monatlichen Maxima und Minima hervor.

W. Wangerin, Danzig-Langfuhr.

HEGI, G., **Illustrierte Flora von Mittel-Europa,** mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 64. bis 69. Lieferung. 1. bis 6. Lieferung von Bd. V, 1. Teil. München: J. F. Lehmann. Preis: Lieferung 64/66 und 67/69 je 7 Goldmark.

Der 5. Band beginnt mit den Leingewächsen, *Linaceae*, deren Darstellung H. Halliers Arbeit, Beiträge zur Kenntnis der *Linaceae* in den Beiheften zum Botan. Zentralbl. 39. 1921 zugrunde gelegt ist. Im Gebiete der Flora ist die Familie zwar nur durch die beiden, sehr ungleich großen Gattungen *Radiola*, Zwerg-Lein und *Linum L.* Lein, Flachs vertreten, aber doch sehr wichtig wegen der zahlreichen und schwierigen Arten der letztgenannten Gattung, zu der auch *Linum usitatissimum L.*, eine der wichtigsten Kulturpflanzen der nördlichen Hemisphäre, gehört. Georg Gentner hat zur Darstellung der Kulturformen des Leins wertvolle Mitteilungen geliefert. Sehr dankenswert ist die ausführliche Schilderung der Gewinnung des Flachs, die auch durch gute Abbildungen unterstützt wird. Die wichtigsten Röstverfahren werden geschildert und der hierbei wirksamen Organismen genannt. Vom Rohstoff bis zur Fertigware wird auf die Gewinnung des Flachses eingegangen, wobei uch der Kulturmethoden und der wichtigsten Schädlinge des Flachses aus Pflanzen- und Tierreich gedacht ist. Den Schluß bildet eine Geschichte des Flachsbaues und eine Zusammenstellung der wichtigsten Literatur.

Die den *Linaceae* nahestehenden Familien der *Humiriaceae* und *Erythroxylaceae* fehlen im Gebiete der Flora, werden daher nur kurz erwähnt, soweit sie nicht von größerer Bedeutung sind, wie *Erythroxylon coca Lam.*, die Stammpflanze der Kokanüsse und Kokablätter, die im tropischen Südamerika heimisch, eines der wichtigsten Betäubungsmittel, das Cocain liefert.

Die *Zygophyllaceae* sind gleichfalls reich an wichtigen tropischen Nutzpflanzen, im Gebiete aber nur durch *Tribulus terrestris L.* vertreten. Auch die *Rutaceae* sind als wildwachsende Pflanzen im Gebiete nur durch wenige Arten der Gattung *Ruta* und eine Art der Gattung *Dictamnus* (Diptam) vertreten, spielen aber in den wärmeren Ländern eine sehr große Rolle. Namentlich die schwierig zu umgrenzenden Arten und Formen der Gattung *Citrus* (Zitronen, Limonen, Apfelsinen, Mandarinen usw.) sind von großer Bedeutung. Sehr dankenswert ist daher eine zusammenfassende Darstellung dieser Kulturformen, die durch zahlreiche Abbildungen, Diagramme und Verbreitungskarten unterstützt wird.

Neben vielen Vertretern in wärmeren Ländern weist die Familie der Bitterholzgewächse, *Simarubaceae*, auch bei uns einen bekannten und häufig kultivierten Vertreter auf, den Götterbaum, *Ailanthus glandulosa* Desf.

Nicht vertreten sind die *Meliaceae*, *Malpighiaceae*, *Trigoniaceae*, *Vochysiaceae* und *Tremandraceae*, von denen nur einige als Nutzpflanzen wichtige Formen dargestellt sind.

Dagegen sind die Kreuzblumengewächse, *Polygalaceae* auch bei uns artenreich zu finden, deren Darstellung Chodats Monographie der Polygalaceen zugrunde gelegt ist.

Die große, an Gattungen und Arten überreiche Familie der Wolfsmilchgewächse, *Euphorbiaceae*, ist unter Mitwirkung von Walter Zimmermann von G. Hegi und H. Beger bearbeitet. Der speziellen Darstellung sind Erörterungen über die Ansichten der Autoren über die systematische Stellung der *Euphorbiaceae*, ihre anatomischen und sonstigen Merkmale und die systematische Gliederung der Familie vorausgeschickt. Durch wildwachsende Arten im Gebiete vertreten sind allein die Gattungen *Mercurialis*, Bingelkraut und *Euphorbia*, die verschiedenen Unterfamilien angehören. Zahlreiche durchweg gute Abbildungen im Texte, Verbreitungskarten usw. unterstützen und bereichern die Darstellung.

Die *Callitrichaceae* sind von Herbert Beger bearbeitet, wobei namentlich die eingehenden Studien von H. Glück berücksichtigt worden sind.

Die eingehende Darstellung der *Buxaceae* basiert besonders auf den Arbeiten von Chodat, Spinner, Christ, C. K. Schneider u. a. Sehr wertvoll ist die Schilderung der Nutzung und Verbreitung des Buchsbaums einst und jetzt.

Die sonst den *Buxaceae* angeschlossene Familie der *Empetraceae* wird, entsprechend neueren Untersuchungen, bei den Sympetalen (*Ericaceae*) besprochen werden.

Kurz erwähnt werden die *Coriariaceae* und *Limnanthaceae*, die im Gebiete nicht wild wachsend vorkommen.

Reich an wichtigen Kulturgehölzen sind die *Ana-*

cardiaceae, deren Vertreter wild wachsend nur im südlichen und südöstlichen Gebiete auftreten.

Die *Aquifoliaceae* sind von H. MARZELL auf Grund der trefflichen Monographie dieser Familie von THEODOR LOESENER dargestellt. Es folgen dann die *Celastraceae*, *Staphyleaceae* und bearbeitet von H. GAMS die *Aceraceae*, bearbeitet von H. BEGER die *Hippocastanaceae*, einige kleinere Familien, die nicht durch heimische Arten bei uns vertreten sind und aus der Feder von H. BEGER und EMIL SCHMID die *Balsaminaceae*.

Die Ausstattung der Lieferungen mit Textabbildungen, Karten, Analysen ist sehr reich, die hierbei getroffene Auswahl recht gut.

Die farbigen Tafeln stellen dar *Linum*-Arten von F. KOZIAN, *Dictamnus*, *Ruta* und *Polygala*, *Mercurialis*, *Euphorbia* von E. PFENNINGER und DUNZINGER, *Empetrum Ilex*, *Euonymus*, *Staphylea* von K. HAJEK, *Acer*, *Impatiens* und *Rhamnus* von E. PFENNINGER.

E. ULBRICH, Berlin-Dahlem.

Bücherei für Landwirte, Herausgegeben von Prof. Dr. HANNS V. LENGERKEN, Landwirtschaftliche Hochschule Berlin. Erster Band: **Geologie** von ROBERT POTONIÉ und OTTO SEITZ und anderen Fachgelehrten. Mit 150 Abbildungen. Oktav. VIII, 274 Seiten. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1925. Preis geh. 10,50, geb. 12,— Goldmark.

Der Plan des Herausgebers, in seiner Bücherei für Landwirte einen Band der Geologie als Hilfswissenschaft des modernen Landwirtes zu widmen, ist sehr zu begrüßen, um so mehr, als ein Grundriß der Geologie, der den besonderen Anforderungen und Wünschen von seiten der Landwirtschaft entgegenkommt, bislang nicht vorlag. Anerkennen muß man ferner, daß der Herausgeber zur Bearbeitung dieses Bandes sich an solche Fachgelehrte gewandt hat, denen als Angehörigen der Preuß. Geologischen Landesanstalt die reichen Erfahrungen dieser Behörde in agronomisch-geologischen Dingen zur Verfügung stehen.

Die beteiligten Bearbeiter haben sich in den Stoff so geteilt, daß v. BÜLOW die Abschnitte über Ziele, Arbeits- und Darstellungsweisen der Geologie, das Material der Erdrinde, die Umwandlung der Gesteine, Grundwasser und Quellen, Kreislauf der Gesteine, Geologie und Landwirtschaft, POTONIÉ die exogenen Vorgänge und die historische Geologie, und SEITZ die endogenen Vorgänge behandelt haben.

Die Darstellung der einzelnen Kapitel ist in straffer, klarer Sprache gehalten, immer steht das Interesse der Landwirtschaft im Vordergrund und wird, wo nötig, an instruktiven Beispielen erläutert. Besonders eingehend sind dabei die Ausführungen über Verwitterung und Bodenkunde gehalten. Überall ist zu bemerken, daß die Verfasser die behandelten Gebiete gut beherrschen und moderne Erfahrungen und Anschauungen, soweit erforderlich, zur Sprache bringen. Besonders gefallen hat mir die Potoniésche Bearbeitung der historischen Geologie, in der die floristische und faunistische Charakteristik der einzelnen Formationen, soweit möglich, eine gleichmäßige Behandlung erfahren hat. Vielleicht aber hätten für den vorliegenden Zweck die phytopaläontologischen Bemerkungen noch etwas gekürzt werden können, da nicht recht ersichtlich ist, welchen anderen Zweck sie für den Landwirt haben sollen als vielleicht den, ihn auch über die Entwicklungsgeschichte der Pflanzen, die ja schließlich auch im Interessenkreis des Landwirts liegt, zu orientieren.

Das Abbildungsmaterial ist gut und zum großen Teil gänzlich neu und, soweit es sich um Photographien handelt, auf dem tadellosen Papier durchweg gut herausgekommen. Weniger gut sind die wiedergegebenen Strichzeichnungen von Landschaften, so vor allem die Fig. 71 auf S. 119, in der in einer Landschaftsskizze die devonischen Korallenriffe bei Gerolstein in der Eifel dargestellt sind. Aus J. WALTHERS „Geologie Deutschlands" sind mehrere schöne Abbildungen übernommen und so hätte es sich auch hier empfohlen, die ausgezeichnete Skizze derselben Landschaft aus WALTHERS Buch (3. Aufl., 1921, Fig. 28) hierher zu setzen. Dasselbe gilt für manche andere Landschaftsskizzen. Das schematische Profil durch die Hilsmulde (Fig. 45) ist wohl etwas reichlich auf Kosten der Richtigkeit schematisiert.

Aber diese unerheblichen Mängel setzen den Wert des Buches in keiner Weise herab, vielmehr glaube ich, daß das Buch seinen Zweck, den Landwirt in die Wechselbeziehungen von geologischem Bau und Bodenbeschaffenheit einzuführen, gut erfüllen wird.

GEORG FREBOLD, Hannover.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 16. Februar 1925 behandelte Dr. P. WOLDSTEDT (Berlin) die **Probleme der Seenbildung in Norddeutschland** mit besonderer Berücksichtigung der Umgebung von Berlin.

Die Ausbildung der mit Wasser gefüllten Hohlformen der Erdoberfläche in Norddeutschland steht in engem Zusammenhang mit den Schmelzwässern des Inlandeises während der Eiszeit. Insbesondere läßt sich dieses für die rinnenförmigen Seebecken nachweisen, bei denen der Vortr. eine subglaziale Entstehung annimmt. Vor den jeweiligen Stillstandslagen des Inlandeises dehnen sich ausgedehnte Schotter- und Sandflächen, sog. Sandr aus, die von einzelnen großen, unter dem Eisrande hervorströmenden Schmelzwasserströmen abgelagert wurden und dementsprechend aus einzelnen Schuttkegeln zusammengesetzt sind.

An zahlreichen Einzelbeispielen norddeutscher Rinnenseen von Schleswig-Holstein bis nach Ostpreußen zeigte der Vortr., daß das vorliegende Tatsachenmaterial sehr wohl mit seiner Auffassung von der Entstehung dieser Seen in Einklang zu bringen ist. Es lasse sich wohl denken, daß ein unter dem Eise fließender Schmelzwasserstrom durch Erosion Seebecken schaffen könne, denn bei genügend dichtem Eis kann der subglaziale Fluß, den für kommunizierende Röhren geltenden Gesetzen folgend, auch stellenweise bergauf fließen und ist so imstande, Vertiefungen auszukolken. Eine wichtige Rolle schreibt der Vortr. ferner Resten des Inlandeises zu, die unter Sandablagerungen begraben wurden, später abschmolzen und ein Nachsacken dieser Ablagerungen zur Folge hatten. Solche Toteisklötze mögen nach dem Zusammenbruch des, von dem subglazialen Flusse ausgeschmolzenen Eisgewölbes an verschiedenen Stellen seines Laufes liegen geblieben und übersandet worden sein, worauf die rinnenförmige Anordnung der Seen zurückzuführen wäre. Vielen größeren Seen, die keineswegs den Eindruck von Rinnen machen, wie z. B. der Große Plöner See, der Schweriner See u. a. liegen Rinnen zugrunde, und wenn man ihre Tiefenlinien konstruiert, so lösen sie sich in ein System von Rinnen auf. Die Talsandflächen der Urstromtäler, die oft von den Seenrinnen gekreuzt werden, sind jünger als diese. Während der

Bildung der Urstromtäler waren die Seen noch mit Toteis erfüllt und wurden so vor der Zuschüttung bewahrt.

Im allgemeinen verlaufen die Rinnenseen konzentrisch nach Einkerbungen des Eisrandes, in denen meist ein Gipfelpunkt des Sandrs liegt. Zu beiden Seiten dieser Stellen reichte das Eis noch weiter nach Süden, wie sich aus dem, nach Süden konvex ausgebuchteten Verlaufe der Endmoränen ergibt.

Der Vortr. unterscheidet vier Phasen in dem Rückzug des Inlandeises: 1. Die Flämingphase, in welcher der Eisrand südlich der Seenzone lag. 2. Die Brandenburgische Phase, bei welcher die Eisrandlage mit der Seengrenze zusammenfällt. Sie verläuft im Havelgebiet über Ferch, Brandenburg, Havelberg. 3. Die Posensche Phase. Der Eisrand lag nördlich von Berlin auf dem Plateau des Barnim und zog in großem Bogen durch Schleswig-Holstein bis nach Viborg in Jütland. 4. Die Pommersche Phase, deren Eisrandlage durch die große Baltische Endmoräne gekennzeichnet ist.

Am 7. März 1925 gab Geheimrat A. Penck (Berlin) eine Schilderung von **Bulgarien,** auf Grund einer fünfwöchigen Reise, die er in Begleitung des bulgarischen Geographen, Professor Radeff, und mit dankenswerter Unterstützung der dortigen Regierungsorgane im Sommer 1924 unternommen hatte.

Der Vortr. beschränkte sich in seinen Ausführungen wesentlich auf den südwestlichen Teil des Landes, in welchem namentlich die, von der Hauptstadt Sofia aus sich nach Süden erstreckenden Gebirge Vitoš, Rila und Pirin-Planina interessante morphologische Probleme darboten, weil das erstgenannte von der Eiszeit verschont geblieben ist, während die beiden südlicheren von ihr ergriffen wurden.

Das *Vitoš-Gebirge* beherrscht mit seinem massigen, ungegliederten Aufbau den Südhorizont von Sofia. Der Höhenunterschied entspricht ungefähr dem Abfall der Bayerischen Alpen gegen die oberbayerische Hochebene, doch ist die Zertalung des Gebirges viel geringer als in den Alpen. Auf den Höhen findet man breite Rückenformen, und der Abfall erfolgt in Stufen, die darauf hindeuten, daß die Intensität der Gebirgshebung gewechselt hat oder Pausen in der Bewegung eingetreten sind. Ein Moor auf der Hochfläche liefert das Trinkwasser für Sofia, und eine Schutzwache von Studenten sorgt dafür, daß dieses Gebiet nicht von Touristen betreten wird. Ganze Ströme von großen Felsblöcken, vergleichbar den sog. Felsenmeeren unseres Odenwaldes, ziehen sich bis weit in die Waldregion hinein abwärts. Sie entstehen dadurch, daß der harte, widerstandsfähige Syenit, aus dem der Hauptteil des Gebirges besteht, durch die Verwitterung in eine lehmige Grundmasse verwandelt wird, welche große Blöcke einschließt. Der Lehm wird dann durch das Regenwasser allmählich fortgespült, während die Blöcke sich zu abwärts wandernden Strömen zusammenschließen in einer Weise, wie es Walter Penck in seiner „Morphologischen Analyse" des näheren auseinandergesetzt hat. Auch die, durch ein Tal von dem Vitoš-Gebirge getrennte Ljuljun-Planina ist mit Blöcken bis zu etwa 10 cbm Größe übersät, die aus dem Vitoš zu stammen und durch Eis hierher transportiert zu sein scheinen. Eine genauere Untersuchung zeigt jedoch, daß sie aus dem anstehenden Muttergestein, einem Konglomerat mit steilgestellten Schichten, herausgewittert sind. Manche Blockwälle im Osten des Vitoš sehen alten Gletscher-Moränen sehr ähnlich, und erst eine gründliche Nachprüfung ergibt, daß es sich nicht um Gletscherwirkung handelt. Seit der Kreideperiode währt die Abtragung dieses Gebirges.

Das im Osten des Strumaflusses sich hinziehende *Pirin-Gebirge* gehörte noch bis 1911 zur Türkei. Entsprechend der südlichen Lage findet man in dem Strumatale schon die typische Mittelmeer-Vegetation. Auf den Almen weiden die Aromunen ihre Schafherden. Sie wohnen in primitiven Sommerhäusern, deren Wände aus Flechtwerk bestehen und treiben Milchwirtschaft, wobei es auffällt, daß die Butter nicht von Frauen, wie in unseren Gebirgen, sondern von den Männern gemacht wird. Unter den Kindern finden sich viele mit flachsblondem Haar. — Die Hänge des Gebirges sind mit Verwitterungsschutt bedeckt. In den höheren Teilen tritt der nackte Fels zutage, und hier findet man in dem Gebiete der eiszeitlichen Gletscher alpine Hochgebirgsformen, wilde Granitlandschaften mit gewaltigen Felsnischen (Karen) und zackigen Gipfeln. Nach Überschreitung eines über 2200 m hohen Passes ging es in das Banderitza-Tal, wo große Moränen eiszeitlicher Gletscher mit deutlich gekritzten Geschieben bis 1300 m hinab festgestellt werden konnten. Das Tal öffnet sich in das Becken von Banjsko, das in der Türkenzeit das Zentrum der mazedonischen Unabhängigkeitsbewegung war. Enorme Schuttmassen, Blöcke bis 20 cbm Größe, sind aus dem Pirin-Gebirge heraus durch die Flüsse transportiert worden. Das Material der alten Schuttkegel senkt sich nicht vom Gebirge fort, sondern ihm entgegen, was auf eine, bis in die Gegenwart andauernde Schrägstellung durch Krustenbewegungen hindeutet. Das Auftreten von heißen Quellen läßt Brüche in dem Felsgerüst vermuten. Das Gebirge ist noch größtenteils unbekannt und bisher niemals kartographisch aufgenommen. Der auf den Karten angegebene große See Papas-Göl existiert überhaupt nicht, wohl aber zahlreiche kleine Seen, die nirgends verzeichnet sind. Die Gipfel sind wahrscheinlich etwa 200 m höher als berichtet wird und dürften 2900 m nahe kommen.

Das *Rila-Gebirge* ist bekannt durch sein weltberühmtes, inmitten eines schönen Buchenwaldes gelegenes Kloster, das in der Türkenzeit das Zentrum bulgarischer Kultur verkörperte. Der Rilabach hat sich tief in Konglomerate eingeschnitten, die aus alten Flußgeröllen gebildet sind. Eine Überquerung des Gebirges ließ sich des schlechten Wetters wegen nicht bewerkstelligen; es mußte umgangen und die Besteigung des 2914 m hohen Muss-Alla von Norden her ausgeführt werden. Über den Schutt-Terrassen der Hänge erhebt sich das Gebirge in Stufen, die ein Aufsteigen während des Abtragungsvorganges beweisen. Die gewölbte Rumpffläche zeigt Spuren früherer Vergletscherung, auf den Höhen vielfach Kare, in deren einem die Maritza entspringt. In den Tälern, z. B. in dem des weißen Isker, sieht man Trogformen und Endmoränenwälle. Außerhalb des Gebirges wird Mais, Reis und Wein angebaut. Im Dorfe Rila wurde gerade der eingeerntete Tabak bearbeitet, dessen Kultur einen der wichtigsten Erwerbszweige Bulgariens ausmacht. Die das Strumatal durchziehende Eisenbahn befördert täglich Bulgaren nordwärts, die mit ihrer geringen Habe aus den zu Griechenland gekommenen Teilen Mazedoniens in das Mutterland flüchten.

Philippopel heißt jetzt Plovdiv. Man hat den alten thrakischen Namen wieder aufleben lassen, in ähnlicher Weise wie der dänische Name Christiania durch den alten norwegischen Oslo ersetzt worden ist. Der türkische Charakter tritt hier deutlicher zutage, als in den anderen Städten Bulgariens. Jäh abfallende Hügel, die sich in der Stadt erheben, machen sie zu einer natürlichen Festung. Diese steilen Hochgebirgsformen mitten in der Maritzaniederung zeigen, daß

hier ein Gebirge versenkt liegt, dessen oberste Gipfel noch eben über die Alluvionen des Flusses hinausragen. Mit großer Schnelligkeit vollzieht sich die Umwandlung der alten Türkenstadt in einen modernen Ort. Ein durchlaufender Charakterzug in allen bulgarischen Städten und Dörfern sind die zahlreichen Neubauten, die man überall findet und die oft seltsam mit den alten, häufig noch primitiven Baulichkeiten aus der Türkenzeit kontrastieren. Ein Zug des Fortschritts ist überall bemerkbar und die Entwicklung der ehemaligen türkischen Provinz zu einem modernen Kulturland geht rapide vonstatten.

Die Kenntnis der deutschen Sprache ist ziemlich weit verbreitet, und vielfach begegnete der Vortr. deutschen Wandervögeln, die dort überall herzlich aufgenommen wurden. Er schloß mit dem Wunsche, daß auch junge deutsche Gelehrte in dem schönen Lande ein ergiebiges Arbeitsfeld suchen mögen. O. B.

Biologische Mitteilungen.

Über den Bauinstinkt einer Köcherlarve. Limnophilus marmoratus. (I. A. Bierens de Haan, Bijdragen tot de Dierkunde, Afl. 22.) Die in unseren Gewässern sehr häufigen Köcherfliegenlarven bauen sich ein köcherähnliches Gehäuse aus kleinen Steinen, Schnekkenschalen, Blättern, Hölzchen, Fichtennadeln u. dgl., das zum Schutze des weichen Abdomens dient. Bierens de Haan benutzte zu den vorliegenden Untersuchungen über den Bauinstinkt dieser Tiere Limnophilus marmoratus, eine Form, die ihren Köcher aus halbvermoderten Fichtennadeln, Eichenblättern und Ästchen aufbaut. Jüngere Tiere benutzen dazu Fichtennadeln bis zu 5 mm Länge, ältere nehmen größere Bruchstücke bis zu 1,5 cm Länge, dickere Ästchen und Borkenstücke von einigen Zentimetern Länge und Breite. Wird eine Larve aus ihrem Köcher entfernt, so läuft sie unruhig umher, bis sie das geeignete Material zum Bau findet, das durch Schleimfäden zusammengeklebt und durch drehende Bewegungen zu einer losen und verschieblichen Hülle *längs* der Körperachse um den Körper geformt wird. An diese erste vorläufige Hüllenbildung, bei der das Material als Ganzes verwandt wird, schließt sich der eigentliche Köcherbau an, bei dem die Nadeln in kurze Stücke zerbissen und regelmäßig vorn *quer* zur Körperachse angeheftet werden. Die erste Hülle schiebt sich dabei mehr und mehr nach hinten, bis sie abfällt, so daß die Larve nunmehr nur in ihrem definitiven Wohnköcher sitzt. Der ganze Vorgang dauert etwa 4 Stunden. Es sollte nun die auch schon früher durch Ostwald untersuchte *Instinktbreite* festgestellt werden, d. h. untersucht werden, wieweit die Möglichkeit der Ausübung des Bauinstinktes von der Art des vorhandenen Baumaterials beeinflußt wird. Während Ostwald bei den von ihm untersuchten Formen fast jedes Material als zum Bau geeignet feststellte, fand der Verf. bei L. marmoratus eine größere Abhängigkeit der Bauausführung vom Material. Wurde den Tieren statt der gewohnten Fichtennadeln Kiefernadeln in Längen von 4 cm bis zu den Längen, die sich die Tiere aus den Fichtennadeln zurechtbeißen, und noch kleinere Nadeln gegeben, so gelang nur bei einer Gabe von 1 cm langen Nadeln der Bau einer vorläufigen Hülle, die jedoch bald verlassen wurde, während mit allen anderen Längen überhaupt kein Bau zustande kam. Welche Materialeigenschaften, natürlich chemischer oder physikalischer Natur, das Verhalten der Larven bestimmen, ist nicht geklärt. Auch junge grüne und alte dunkelgrüne Fichtennadeln konnten nicht benutzt werden, mit trockenen abgefallenen Nadeln dauerte die Ausführung des Baues eine Nacht, mit etwas vermoderten dagegen, dem normalen Material, etwa 4 Stunden. Kein Bau kam ferner trotz Bemühungen der Tiere zustande: mit 1 cm langen Messingspänen, Messingpulver und weißen, in kleine Stückchen gespaltenen Streichhölzern; dagegen konnten benutzt werden: Splitter von Zimmerholz (welches?), zerschnittene Stücke von Kiefer und Fichtenzapfen (jedoch starben die Tiere hier trotz normalem Bau eines Köchers bald) und zerschnittene Eichenborke; Moos, grüne Pflanzenteile und Brot konnten zum Bau der vorläufigen Hülle verwandt werden. Es zeigte sich also, daß die Instinktbreite begrenzt ist, „daß, obwohl der Trieb genügend stark blieb, die aus dem Trieb entspringende Handlung so spezialisiert war, daß kleine Schwierigkeiten mit etwas vom Normalen abweichendem Material nicht mehr überwunden werden konnten". Wurde den Fichtennadeltieren Sand gegeben (manche L. marmoratus benutzen dieses Material auch in der Natur), so zeigte sich, daß der Bautrieb in zwei gesonderte Teile zerfällt: 1. in einen Trieb der Bedeckung des Körpers und 2. in den eigentlichen Köcherbaubetrieb. Die Tiere konnten nur nach tagelangem Suchen nach anderem Material Sand allein zum Bau benutzen, aber wenn ihnen Moosblätter gegeben wurden, deren Überschuß ihnen nach Bau einer primitiven Hülle weggenommen wurde, so bauten sie nun mit Sand einen normalen Köcher weiter. Zur Befriedigung des ersten Schutztriebes genügte auch ein nur 2 mm breiter Gummiring, in den sie hineinkrochen und an dem sie dann sofort weiter mit Sand bauten, worauf der Ring wie die vorläufige Hülle abgeworfen wurde. Da der Bedeckungstrieb mit verschiedenartigerem Material zu befriedigen, also weniger spezialisiert ist als der Bautrieb, sieht Bierens de Haan ihn als den primitiveren, phylogenetisch älteren an. Bei Reparaturversuchen am Gehäuse zeigte sich eine gradweise Vorliebe der Tiere für bestimmte Materialien. Wurde einem Tier der vordere und hintere Teil eines Köchers entfernt, so reparierte es den Köcher nicht, wenn es nur Sand zur Verfügung hatte. Sobald man ihm aber normales Material gab, baute es sofort. Trotzdem sind aber die Tiere in der Lage, auch mit Sand zu reparieren, denn solche Tiere, die zum Bau eines Sandköchers veranlaßt wurden, reparierten denselben auch mit Sand. Aber auch die Annahme, daß die Tiere nur mit dem Material, mit dem der Köcher gebaut wurde, reparierten, wird dadurch widerlegt, daß Sandköchertiere auch mit normalem Material reparieren. Wurde nun einer Larve, die sich in einem unverletzten Sandköcher befand, normales Material vorgesetzt, so regte dies den Bauinstinkt sofort wieder an und der Sandköcher wurde durch das dem Tier mehr zusagende Material ersetzt. Diese stufenweise *Vorliebe für bestimmtes Material* zeigte sich sehr schön bei einer Larve, die zunächst ein Gummiröhrchen bezog, dann, als sie Sand bekam, an dieses einen Sandköcher anbaute und als sie dann noch normales Material bekam, nunmehr dieses zum Köcherbau verwandte. Somit bestand der Köcher hinten aus 10 mm Gummischlauch, in der Mitte aus 7 mm Sand und aus 8 mm Fichtennadeln. Nach 12 Tagen waren die beiden hinteren Teile abgestoßen und der Köcher bestand nur noch aus Fichtennadeln. Es ließe sich so eine Skala für die gradweise Vorliebe für verschiedenes Material aufstellen, und diese Möglichkeit

veranlaßt den Verf., sich gegen die Auffassung der niederen Tiere als Reflexmaschinen zu wenden. Ein einfacher Baureflex könne nur dann eine Erklärung bieten, wenn bestimmte Materialien den Reflex auslösten und andere nicht. Daß aber *ein* Material je nach den Umständen (Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Besserem) eine *verschiedene* Bedeutung für das Tier hat, dies zeigt, „daß das psychische Leben dieser einfachen Larven eine größere Tiefe und Mannigfaltigkeit, man könnte sagen, mehr Relief hat, als mit einer Maschinentheorie in Übereinstimmung zu bringen wäre".

Weitere Beiträge zur Physiologie der pulsierenden Vakuole von Paramaecium. I. Lyotrope und cytotrope Reihen. (W. STEMPELL, Arch. f. Protistenkunde 48, H. 2. 1924.) Die contractile Vakuole der Protozoen wird von STEMPELL als ein vorwiegend osmotisches System aufgefaßt. Nach dieser Annahme sammeln sich die gelösten Endprodukte des Stoffwechsels an bestimmten Stellen (Lücken und Kanälen) im Protoplasma an und ziehen hier, als Orte höherer Konzentration, das osmotisch in die Zelle eingedrungene Wasser zusammen. Wenn in der so gebildeten Vakuole der Flüssigkeitsdruck ein bestimmtes Maß erreicht hat, entleert sich der Vakuoleninhalt nach außen und das Spiel beginnt von neuem. Jedoch lassen sich nicht alle an den Vakuolen beobachteten Erscheinungen restlos mit dieser Annahme erklären, und STEMPELL versucht in vorliegender Arbeit einige früher von ihm als „Giftwirkungen" beschriebene Abweichungen näher zu analysieren. Es wurde die Frequenz der Vakuolen (Frequenzzahl = Zahl der Sek. zwischen 2 Pulsationen im Durchschnitt) in verschiedenen Salzlösungen bestimmt, die zur Ausschaltung rein osmotischer Wirkungen isotonisch gewählt waren. Dabei ergab sich, daß die Frequenzzahlen der Vakuolen durch die Alkalikationen vergrößert, also die Vakuolentätigkeit gehemmt wird entsprechend der Reihe: $Cs > Rb > K > Na > Li$, welche der bei Eiweißfällung in alkalischer Lösung gültigen lyotropen Reihe und vielen cytotropen Reihen bei neutraler, schwach saurer oder schwach alkalischer Reaktion entspricht. NH_4 würde in der Reihe noch hinter Li kommen. Bei Prüfung der Kationen der Erdalkalien und des Aluminiums ergab sich die Reihe: $Al > Ba > Mg > Ca > Sr$. Hierbei stimmt der Wirkungsgrad von Ca und Mg mit dem bei reiner Lyotropie beobachteten überein, während die Reihe sich nicht mit anderen cytotropen Reihen deckt, Abweichungen, die z. T. auch unter letzteren selbst vorkommen. Da die Erdalkalien bereits Übergänge von reversibler zu irreversibler Fällung hervorrufen, sind diese Abweichungen verständlich. Ein Vergleich der Wirkung von Alkalien und Erdalkalien ergab die theoretisch nicht erklärliche Reihe: $Al > Ba > Cs > Rb > K > Mg > Na > Li > Ca > Sr$. Der Wirkungsgrad der Anionen zeigte sich in der Reihe: $Fl > SO_4 > SCN > HPO_4 > J > NO_3 > Br > Cl > CH_3 > CO_2 > HCO_3 >$ Tartrat > Citrat $> H_2PO_4 > CO_3 > PO_4$, die, abgesehen von der Stellung von SO_4 mit den lyotropen Reihen in saurer Lösung übereinstimmt. Es gilt somit der Satz, „daß die Vakuolenfrequenzzahl (ausgedrückt in Sek.) umgekehrt proportional dem osmotischen Druck in der Zelle und direkt proportional der Fällungswirkung der Salze des Mediums ist". Man hat sich also darnach die Wirkung der Salze auf die Vakuolenfrequenz so vorzustellen, daß durch sie je nach dem Grade der entquellenden (fällenden) Wirkung der Salze die Zellmembranen mehr oder minder stark abgedichtet werden, wodurch der Wassereintritt in die Zelle verringert und das Spiel der Vakuole je nach dem Grade der Abdichtung verlangsamt wird. Es zeigte sich weiterhin, daß die Wasserstoffionenkonzentration des Mediums innerhalb bestimmter Grenzen auf die Frequenz der Vakuole keinen direkten Einfluß hat, sondern daß sie nur indirekt durch Modifikationen der Lyotropie wirkt.

Das Geruchsvermögen von Triton beim Aufenthalt an Land. (E. MATTHES, Zeitschr. f. vergl. Phys. 1. 1924.) Den Lesern der Naturwissenschaften war in Heft 28, 1924, S. 583 von den Matthesschen Arbeiten berichtet worden, die für Molche den Nachweis eines Geruchsvermögens unter Wasser erbrachten. Von hohem Interesse war nun die Frage, ob das Geruchsorgan der Molche nur im Wasser oder auch — entsprechend ihrer amphibischen Lebensweise — auf dem Lande funktioniert. Zahlreiche Versuche zeigten, daß sehende und geblendete Molche mit Regenwurmsaft getränkte Erde und verscharrte Regenwurmstückchen richtig aufzuspüren imstande waren, daß somit zum mindesten eine Chemoreaktion auf dem Lande vorhanden war. Zum Nachweis, daß es sich speziell um Geruchssinn, nicht um Geschmack oder sonst einen chemischen Sinn handelte, wurde einem geblendeten Tr. cristatus der rechte Geruchsnerv durchschnitten. Es wurde nun abwechselnd einmal die operierte und einmal die funktionsfähige Nasenhöhle mit Plastilina verstopft und stets zeigte sich im letzteren Falle ein Ausfall der Witterungsreaktion, während bei der ersteren Anordnung dieselbe nicht gestört war. Der vorhandene chemische Sinn war somit durch seinen Sitz in der Nase als Geruchssinn identifiziert. Die Tritonennase ist also sowohl durch gasförmige wie auch durch in Wasser gelöste oder suspendierte Duftstoffe adäquat reizbar. Dieses Resultat ist insofern von großem Interesse, als dadurch die alte vielumstrittene Nagelsche Definition von Geruchs- und Geschmackssinn — Geruchsorgane werden nur durch gasförmige Reizstoffe, Geschmacksorgane nur durch flüssige adäquat gereizt, also können Wassertiere nur „schmecken" — zum mindesten sehr unwahrscheinlich wird. Denn es ist nicht anzunehmen, daß — wie hier nachgewiesen — dasselbe Sinnesorgan einmal zum Riechen und einmal zum Schmecken verwandt wird. Die im Anschluß hieran auftauchende Frage, ob das *gesamte* Geruchsorgan der Tritonen für Land- und Wasserriechen geeignet ist, oder ob ein Teil die eine, ein anderer die andere Funktion übernimmt, wurde nach den Mitteilungen von MATTHES auf dem Königsberger Zoologenkongreß (Verhandl. d. dtsch. Zool. Ges. 1924) zugunsten der ersteren Möglichkeit entschieden. Denn bei einer etwaigen geteilten Funktion einzelner Nasenpartien konnten wohl nur die Haupthöhle und die seitliche Nasenrinne den beiden Funktionsgebieten entsprechen. Die Ausschaltung der seitlichen Nasenrinne (Jakobsonsches Organ der Amnioten, von BROMAN als das „für das Landleben akkommodierte alte Wassergeruchsorgan der Wirbeltiere" angesehen) hatte nun weder im Wasser noch auf dem Lande einen Ausfall der Riechfunktion zur Folge. Somit bliebe als Grund des „Doppelriechens" evtl. noch die Annahme einer gemischten Verteilung von zweierlei Sinneszellen in der ganzen Nase, eine Annahme, für die ein Beweis nicht leicht zu erbringen ist.

K. BALDUS.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

*Hierzu eine Beilage der Verlagsbuchhandlung **Julius Springer in Berlin W 9***